

LIMITER LA PERTE DE BIODIVERSITÉ MARINE PAR L'AMÉLIORATION DES ÉTUDES D'IMPACT
ENVIRONNEMENTAL CANADIENNES ET FRANÇAISES

Par

Théo Gravier

Essai de double diplôme présenté au Centre universitaire de formation en environnement et
développement durable et au Département de biologie en vue de l'obtention des grades de maître en
environnement et de maître en écologie internationale

Sous la direction de Monsieur Denis Dufour et de Monsieur Dany Garant

MAÎTRISE EN ENVIRONNEMENT Cheminement de type cours en gestion de l'environnement
MAÎTRISE EN BIOLOGIE Cheminement de type cours en écologie internationale

UNIVERSITÉ DE SHERBROOKE

Juin 2019

SOMMAIRE

Mots-clés : étude d'impact environnemental, aménagement côtier, écosystème marin, effet cumulatif, compensation écologique

Concilier développement économique et viabilité des écosystèmes marins, voilà un des défis du 21^e siècle. La multiplication de projets d'urbanisation du littoral et la densification du transport maritime qui leur est associée participent au déclin de la biodiversité marine. Cette pression anthropique se traduit principalement par une dégradation de la qualité des eaux, une augmentation du bruit subaquatique, et une perte d'habitats essentiels comme les herbiers marins, les mangroves et les récifs coralliens. Pour anticiper ces problématiques en amont d'un projet de grande envergure, les gouvernements comme celui du Canada et de la France se sont dotés d'une méthode de gestion : l'étude d'impact environnemental. Cette méthodologie a pour objectif de prouver que le promoteur fait tout ce qui est possible pour limiter l'empreinte environnementale de son projet. L'étude d'impact environnemental n'est cependant pas pleinement efficace pour préserver la biodiversité marine. En effet, malgré l'utilisation de cette méthode, des impacts négatifs persistent souvent après la réalisation d'un projet. L'objectif du présent document est de formuler des recommandations permettant d'améliorer le processus d'étude d'impact environnemental au Canada et en France, dans le but de limiter la perte de biodiversité marine. Les trois objectifs spécifiques pour y parvenir sont : 1) d'éclaircir le fonctionnement de la démarche d'étude d'impact, 2) de déterminer quelles sont les composantes de l'étude d'impact qui sont lacunaires à partir de cas concrets, et 3) de traduire les lacunes identifiées en recommandations.

L'analyse, basée sur quatre études de cas, a permis d'identifier les failles suivantes : le choix de l'emplacement d'un projet ne prend pas systématiquement en compte la biodiversité marine; les mesures visant à atténuer un effet environnemental ne sont pas toujours exhaustives; l'utilisation actuelle des mesures de compensation d'un impact ne permet pas d'aboutir à des résultats fiables; le choix des projets pris en compte dans l'analyse des effets cumulés ne reflète pas la réalité écologique; et enfin, le cadre réglementaire des études d'impact des deux pays étudiés peut encore être bonifié. Une analyse multicritère a ciblé plus précisément les lacunes des études d'impact pour aboutir à une liste de 17 recommandations. Parmi ces dernières, il est par exemple conseillé d'établir une banque de données internationales de mesures de réduction ayant prouvé leur efficacité. Il est aussi recommandé de justifier les limites spatiales des projets choisis dans l'analyse des effets cumulatifs grâce à la cartographie des domaines vitaux. Une autre piste de recommandation est de renforcer l'application du principe de précaution dans les études d'impact environnemental.

REMERCIEMENTS

Cet essai a été effectué grâce à des aides de natures très variées, qui ont toutes contribué à la réalisation de ce document. Tout d'abord j'aimerais remercier mes directeurs d'essai Denis Dufour et Dany Garant. Leur aide durant les cinq mois de rédaction a été précieuse. Il ne doit pas être aisé de superviser un étudiant établi à l'étranger, pourtant, malgré la difficulté qu'imposait la distance, ils ont réussi à maintenir un lien régulier en me fournissant des commentaires constructifs.

Je remercie également Matthieu Carette, coordinateur de concertation locale, qui m'a aidé à me procurer de l'information non disponible dans la littérature pour analyser un projet. Nos discussions m'ont aidé à me forger un avis critique du processus d'étude d'impact environnemental (ÉIE).

Ensuite, je voudrais remercier Luc Bouchard qui m'a transmis un fort intérêt pour le domaine des ÉIE. J'aimerai aussi exprimer ma gratitude envers Caroline Cloutier, qui m'a suivi durant ma double maîtrise avec justesse, compréhension et patience. J'y ai appris à me dépasser notamment pour rédiger de manière plus assidue et plus organisée. J'ai un profond respect envers elle et sa profession. De la même façon, je remercie Judith Vien qui a également contribué, par sa disponibilité, à mon développement universitaire jusqu'à cette dernière étape qu'est l'essai.

Les mots me manquent pour remercier ma famille pour leur contribution à la réalisation de ces longues années d'études à l'étranger. Enfin, au moment le plus inattendu, j'ai bénéficié d'un soutien quotidien qui m'a permis de rédiger dans un état d'esprit idéal. Ses méthodes de travail, ses encouragements et son écoute ont grandement contribué à ce travail de fin d'études. Merci Capucine.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
1. CADRE CONCEPTUEL	3
1.1 Processus et étapes d’une évaluation environnementale	3
1.1.1 Au Canada	3
1.1.2 En France.....	7
1.2 Historique de l’étude d’impact environnemental	9
1.2.1 Au Canada	9
1.2.2 En France.....	10
2. ÉTUDES DE CAS.....	12
2.1 Cas 1 : Terminal maritime en rive nord du fjord Saguenay (Québec)	12
2.1.1 Le projet en bref.....	12
2.1.2 Qualité de l’eau	14
2.1.3 Perte et altération de l’habitat.....	16
2.1.4 Nuisances sonores.....	17
2.1.5 Effets cumulatifs.....	19
2.1.6 Bilan	20
2.2 Cas 2 : Projet de gaz naturel liquéfié <i>Pacific NorthWest</i> (Colombie-Britannique).....	21
2.2.1 Le projet en bref.....	21
2.2.2 La qualité de l’eau	23
2.2.3 Perte et altération de l’habitat.....	24
2.2.4 Nuisances sonores.....	25
2.2.5 Impacts cumulatifs	26
2.2.6 Bilan	27
2.3 Cas 3 : Éoliennes en mer entre les îles d’Yeu et Noirmoutier (France)	28
2.3.1 Le projet en bref.....	28
2.3.2 Qualité de l’eau	30
2.3.3 Perte et altération de l’habitat.....	31
2.3.4 Nuisances sonores.....	33
2.3.5 Collisions	35
2.3.6 Effets cumulatifs.....	36
2.3.7 Bilan	37

2.4 Cas 4 : Extension du port de la Guadeloupe (France - Caraïbe)	38
2.4.1 Le projet en bref.....	38
2.4.2 Qualité de l'eau	40
2.4.3 Perte et altération de l'habitat.....	41
2.4.4 Nuisances sonores.....	43
2.4.5 Effets cumulatifs.....	44
2.4.6 Bilan	45
3. ANALYSE MULTICRITÈRE POUR CIBLER LES LACUNES DES ÉTUDES D'IMPACT EN MER.....	46
3.1 Méthodologie de l'analyse multicritère	46
3.2 Attributions des cotations	49
3.2.1 Critère 1 : Qualité des mesures d'évitement.....	49
3.2.2 Critère 2 : Qualité des mesures de réduction.....	54
3.2.3 Critère 3 : Qualité des mesures de compensation	58
3.2.4 Critère 4 : Capacité d'intégration des impacts cumulatifs.....	62
3.2.5 Critère 5 : Performance du cadre législatif.....	66
3.3 Résultat de l'analyse multicritère	72
4. RECOMMANDATIONS.....	74
4.1 Améliorer les méthodes dites d'évitement.....	74
4.2 Améliorer les mesures d'atténuation	76
4.3 Améliorer la compensation écologique	77
4.4 Améliorer la prise en compte des effets cumulatifs	79
4.5 Améliorer le cadre législatif	80
CONCLUSION.....	84
RÉFÉRENCES	85
ANNEXE 1 - ZONE D'ÉTUDE ÉLARGIE DES IMPACTS DU PROJET DE TERMINAL MARITIME EN RIVE NORD DU SAGUENAY	96
ANNEXE 2 - EXEMPLE D'UN RIDEAU DE TURBIDITÉ EN FONCTIONNEMENT	97
ANNEXE 3 - LISTE NON EXHAUSTIVE DES ESPÈCES DE MAMMIFÈRES MARINS EN PÉRIL POTENTIELLEMENT PRÉSENTES DANS LA ZONE DU PROJET	98
ANNEXE 4 - REPRÉSENTATION DU PARC ÉOLIEN PAR RAPPORT AUX MILIEUX NATURELS PROTÉGÉS SUR LA FAÇADE PAYS DE LOIRE	99

LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 1.1	Étapes de réalisation d’une évaluation environnementale par le processus fédéral canadien.....	6
Figure 1.2	Explications de l’influence des mesures de la séquence ERC (Éviter-Réduire-Compenser) sur la qualité environnementale d’un milieu.....	8
Figure 2.1	Localisation du projet de terminal maritime en rive nord du fjord Saguenay.....	13
Figure 2.2	Présence d’herbiers intertidaux dans la zone d’étude restreinte du projet de terminal maritime au Saguenay et à proximité de celle-ci.....	15
Figure 2.3	Relation entre la vitesse des bateaux lors d’une collision et la probabilité de la mort d’un cétacé suivant trois types de calcul (les trois courbes) dans l’Atlantique nord.....	19
Figure 2.4	Localisation du projet <i>Pacific NorthWest LNG</i>	22
Figure 2.5	Projets opérationnels (noir), approuvés (vert), et proposés (violet) à proximité du projet de gaz naturel liquéfié <i>Pacific NorthWest LNG</i>	27
Figure 2.6	Emplacement du projet de parc éolien en mer des îles d’Yeu et de Noirmoutier.....	29
Figure 2.7	Cartes des principales marées noires au large de la façade atlantique française.....	31
Figure 2.8	Échelle des niveaux de bruits sous-marins, émis à un mètre dans une bande basse fréquence.....	34
Figure 2.9	Distribution des puffins des Baléares en période nuptiale ou inter-nuptiale sur littoral méditerranéen et atlantique.....	37
Figure 2.10	Localisation du projet du Grand Port Maritime de la Guadeloupe (GPMG).....	39
Figure 2.11	Modélisation de la dispersion des sédiments relargués à 200 mètres de profondeur au large de la baie de Pointe-à-Pitre.....	41
Figure 3.1	Représentation mondiale des zones marines en déficit d’oxygène et anoxiques.....	70
Figure 4.1	Recommandations prioritaires pour limiter la perte de biodiversité marine par l’amélioration des ÉIE canadiennes et françaises. Les recommandations sont en noir pour les ÉIE des deux pays, en rouge pour les ÉIE canadiennes et en bleu pour les ÉIE françaises.....	83
Tableau 3.1	Critères sélectionnés incluant leur pondération pour réaliser l’analyse multicritère.....	48

Tableau 3.2	Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 1.....	53
Tableau 3.3	Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 2.....	57
Tableau 3.4	Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 3.....	61
Tableau 3.5	Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 4.....	65
Tableau 3.6	Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 5.....	71
Tableau 3.7	Résultat de l'analyse multicritère pour les quatre études d'impact analysées, les scores minimums obtenus pour chaque ÉIE sont représentés en bleu marine.....	73

LISTE DES ACRONYMES, DES SYMBOLES ET DES SIGLES

ACEE	Agence canadienne d'évaluation environnementale
CELA	<i>Canadian Environmental Law Association</i>
CGDD	Commissariat général au développement durable
CGEDD	Conseil général de l'environnement et du développement durable
CNPN	Conseil national de la protection de la nature
CO ₂	Dioxyde de Carbone
COSEPAC	Comité sur la situation des espèces en péril au Canada
CREDD	Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay–Lac-Saint-Jean
dB	Décibels
ÉIE	Étude d'impact environnemental
EMYN	Éoliennes en mer Iles d'Yeu et de Noirmoutier
ERC	Éviter-Réduire-Compenser
GCNN	Groupe Conseil Nutshimit-Nippour
GNL	Gaz naturel liquéfié
GPMG	Grand Port Maritime de la Guadeloupe
GREMM	Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins
IFREMER	Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer
LCEE	Loi canadienne sur l'évaluation environnementale
LPO	Ligue pour la Protection des Oiseaux
MES	Matière en suspension
MPO	Pêches et Océans Canada
MTES	Ministère de la Transition écologique et solidaire
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>

OMI	Organisation maritime internationale
ONU	Organisation des Nations Unies
UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
WWF	Fonds mondial pour la nature
ZEE	Zone économique exclusive

LEXIQUE

Déroctage	« Action de briser de gros blocs de pierre; fouille exécutée en terrain rocheux. » (Larousse, s. d.).
Équivalence	« Ensemble de critères, de méthodes et de processus participatifs visant à évaluer et comparer les pertes écologiques liées à l'impact résiduel significatif d'un projet et les gains écologiques liés à la mesure compensatoire, de manière à cibler et dimensionner cette dernière. L'équivalence d'une mesure compensatoire au regard des impacts résiduels significatifs d'un projet s'apprécie à quatre niveaux : écologique, géographique/fonctionnelle, temporelle et sociétale. » (Commissariat général au développement durable [CGDD], 2013).
Évaluation environnementale	« Démarche d'intégration de l'environnement tout au long du processus de décision (et non une justification a posteriori), en rendant compte des effets potentiels ou avérés sur l'environnement de toute initiative selon une approche transversale. La démarche vise à : éclairer l'autorité décisionnaire; aider le maître d'ouvrage à concevoir un projet respectueux de l'environnement et s'inscrire dans un processus de décision; impliquer les acteurs, justifier les choix, informer le public et le faire participer. » (CGDD, 2013).
Impacts résiduels	« Impacts négatifs d'un projet n'ayant pu être évités ou suffisamment réduits, et nécessitant la mise en place de mesures compensatoires. » (CGDD, 2013).
Impacts cumulatifs	« Impacts d'un projet cumulés avec les impacts d'autres projets actuellement connus [...], et non encore en service, quelle que soit la maîtrise d'ouvrage concernée. » (CGDD, 2013).
Mesures compensatoires	« Les mesures compensatoires ont pour objet d'apporter une contrepartie aux effets négatifs notables, directs ou indirects du projet qui n'ont pu être évités ou suffisamment réduits. Elles sont mises en œuvre en priorité sur le site endommagé ou à proximité de celui-ci afin de garantir sa fonctionnalité de manière pérenne. Elles doivent permettre de conserver globalement, et si possible, d'améliorer la qualité environnementale des milieux. » (<i>Code de l'environnement</i> , art. R122-14).
Mesure d'évitement	« Mesure qui modifie un projet ou une action d'un document de planification afin de supprimer un impact négatif identifié que ce projet ou cette action engendrerait. » (CGDD, 2013).
Mesure de réduction	« Mesure définie après l'évitement et visant à réduire les impacts négatifs permanents ou temporaires d'un projet sur l'environnement, en phase chantier ou en phase exploitation. » (CGDD, 2013).

INTRODUCTION

La thématique du présent essai correspond à la contribution de l'étude d'impact environnemental (ÉIE) à la préservation de la biodiversité marine. Cette ÉIE est un processus qui est apparu au début des années 70 aux États-Unis et qui a progressivement été intégré par la majorité des pays comme le Canada et ceux de l'Union européenne (Alaoui, 2008). Cette méthode permet aux gouvernements de vérifier que le nouveau projet souhaité ne contrevient pas à l'intégrité de l'environnement avant d'en autoriser sa construction. Pour les projets en milieux marins, l'ÉIE doit par exemple prouver que les activités prévues n'affectent pas négativement la biodiversité marine. Les ÉIE étudiées dans cet essai sont celles du Canada et de la France. Ces deux pays présentent un processus d'ÉIE relativement similaire et des ambitions fortes pour l'exploitation de leurs ressources maritimes (Gouvernement du Canada, 2005; Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 2017a) ce qui permet leur comparaison. De plus, la zone économique exclusive (ZEE) de la France et du Canada sont respectivement les 1^e et 7^e plus grandes du monde (Migiro, 2018, 29 juin). À eux deux, ces pays possèdent donc une grande proportion des eaux côtières mondiales. Leur responsabilité afin de gérer leur littoral durablement doit donc se faire en conséquence.

La pertinence de limiter l'érosion de la biodiversité marine via les ÉIE est de préserver les nombreux services écosystémiques fournis par l'océan. En plus d'être indispensable à la sécurité alimentaire, aux biotechnologies et à la médecine, l'écosystème marin régule les températures mondiales et purifie l'air, notamment via l'absorption de dioxyde de carbone (CO₂) (Hattam et al., 2015). Les activités économiques humaines qui tirent profit des nombreux services écosystémiques sont la pêche, le transport maritime, le tourisme et l'exploitation d'énergie et de matériaux, pour ne citer qu'eux (Hooper, Langmead et Ashley, 2016). Ainsi, l'étude de De Groot et al., (2012) établit que la valeur économique par unité de surface des habitats marins et côtiers dépasse largement celle des systèmes terrestres.

L'objectif général de cet essai est de formuler des recommandations permettant d'améliorer le processus d'étude d'impact, dans le but de diminuer la perte de biodiversité marine. Les objectifs spécifiques pour y parvenir sont de comprendre le fonctionnement du processus d'ÉIE des deux pays, de déterminer quelles sont les composantes de l'ÉIE qui présentent des lacunes, et enfin de se servir des failles identifiées pour rédiger une liste de recommandations. Quatre ÉIE de projets récemment réalisés ont pour cela été

analysées. Deux se situent au Canada (au Québec et en Colombie-Britannique) et deux en France (en Loire-Atlantique et en Guadeloupe).

Le plan de rédaction permettant de répondre aux objectifs se structure en quatre chapitres. Le premier correspond au cadre conceptuel des ÉIE canadiennes et françaises, en reprenant notamment l'historique et les étapes de la démarche. Le deuxième chapitre décrit et analyse les quatre projets en décortiquant la façon dont l'ÉIE gère les nuisances sur les écosystèmes marins. Le troisième chapitre établit une analyse multicritère visant à cibler précisément les lacunes prépondérantes des quatre projets. Le quatrième et dernier chapitre utilise l'information de l'analyse multicritère et de la littérature pour proposer des recommandations d'amélioration des ÉIE. Le travail est basé principalement sur des publications gouvernementales et des articles scientifiques, les plus à jour possible. Les sources sont complétées de thèses universitaires reconnues, de rapports provenant d'organismes spécialisés sur les espèces marines, et de rencontres en personne avec un employé d'un des projets.

1. CADRE CONCEPTUEL

Que ce soit au Canada ou en France, l'objectif d'une étude d'impact environnemental (ÉIE) est similaire : il s'agit de s'assurer en amont de la viabilité environnementale d'un projet. Cependant les processus pour y parvenir sont différents et évoluent constamment suivant les spécificités des deux pays. La première section de ce chapitre décrit les processus et étapes de l'évaluation environnementale, et la deuxième section montre l'évolution du cadre réglementaire des ÉIE.

1.1 Processus et étapes d'une évaluation environnementale

Une ÉIE fait toujours partie du processus plus vaste qu'est l'évaluation environnementale. Pour étudier une ÉIE, il faut donc comprendre son agencement dans l'évaluation environnementale. Cette section en décrit les étapes clés pour les deux pays.

1.1.1 Au Canada

La Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (LCEE) définit trois autorités responsables des évaluations environnementales canadiennes, suivant le type de projet prévu (Gouvernement du Canada, 2018a) : la Commission canadienne de sûreté nucléaire, qui s'intéresse exclusivement aux activités relatives aux centrales nucléaires; l'Office national de l'énergie, responsable des évaluations environnementales relatives aux transports et commerces de pétrole, gaz et d'électricité; enfin l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE), responsable de toutes les autres évaluations environnementales qui relèvent de la compétence du gouvernement fédéral. Dans ce présent travail, l'autorité responsable des deux projets canadiens analysés est l'ACEE.

La LCEE définit aussi deux types d'évaluation environnementale : une pouvant être faite par une des trois autorités responsables précédentes et l'autre réalisée par une commission d'examen (Gouvernement du Canada, 2018a). Dans les deux cas, les méthodologies se ressemblent beaucoup (figure 1.1). La différence majeure est qu'une évaluation environnementale faite par la commission d'examen est effectuée directement par des personnes désignées par le ministre (Gouvernement du Canada, 2018a). Le délai pour réaliser l'évaluation environnementale et accepter ou non un projet est de 2 ans au lieu d'une année

lorsque c'est l'ACEE qui est en charge de l'évaluation environnementale (Gouvernement du Canada, 2018a).

Pour une évaluation environnementale fédérale, les étapes sont détaillées dans le texte suivant et illustrées dans la figure 1.1 :

Étape 1 (figure 1.1) : Le promoteur du projet doit fournir à l'ACEE une description des activités envisagées. Cette description doit suivre des règles strictes définies par le Règlement sur les renseignements à inclure dans la description d'un projet désigné (Gouvernement du Canada, 2018a).

Étape 2 (figure 1.1) : Si la description est jugée acceptable par l'ACEE, une période de consultation publique commence. Le public dispose alors de 20 jours pour faire ses commentaires relatifs à la description du projet. Si l'ACEE juge que des effets environnementaux potentiellement négatifs nécessitent la réalisation d'une évaluation environnementale, elle publie un avis de lancement (Gouvernement du Canada, 2018a).

Étape 3 (figure 1.1) : L'autorité fédérale (l'ACEE ou la commission d'examen) demande une ÉIE au promoteur, qu'elle cadre à l'aide de « lignes directrices ». Ces lignes directrices définissent les informations qui doivent obligatoirement se retrouver dans l'ÉIE d'un projet (Agence canadienne d'évaluation environnementale [ACEE], 2015; Gouvernement du Canada, 2018a). Le public peut enrichir ces lignes directrices avant qu'elles ne soient remises au promoteur. C'est à cette étape que l'évaluation environnementale commence officiellement (Gouvernement du Canada, 2018a).

Étape 4 (figure 1.1) : Le promoteur rédige son ÉIE grâce aux lignes directrices et la renvoie à l'autorité fédérale responsable (l'ACEE ou la commission d'examen). Cette dernière analyse l'ÉIE. Le public prend une nouvelle fois connaissance de cette ÉIE et peut y ajouter des commentaires. Si elle est incomplète, l'autorité fédérale la renvoie au promoteur pour qu'il y apporte des modifications (Gouvernement du Canada, 2018a). C'est surtout cette étape qui retiendra l'attention dans cet essai : la réalisation de l'ÉIE.

Étape 5 (figure 1.1) : L'autorité fédérale rédige ensuite son rapport d'évaluation environnementale. Celui-ci résume les effets environnementaux potentiels du projet, les mesures d'atténuation, et les exigences du programme de suivi. Le public a accès à ce rapport et peut y ajouter ses commentaires. Une fois les commentaires inclus, une version définitive est fournie au ministre (Gouvernement du Canada, 2018a).

Étape 6 (figure1.1) : La décision finale revient donc au ministre qui juge de l'acceptabilité du projet ou non. Dans le cas où ce dernier est accepté, le ministre dresse également les mesures réglementaires applicables (permis, licences, etc.) et la façon dont il veut procéder au suivi du projet (Gouvernement du Canada, 2018a).

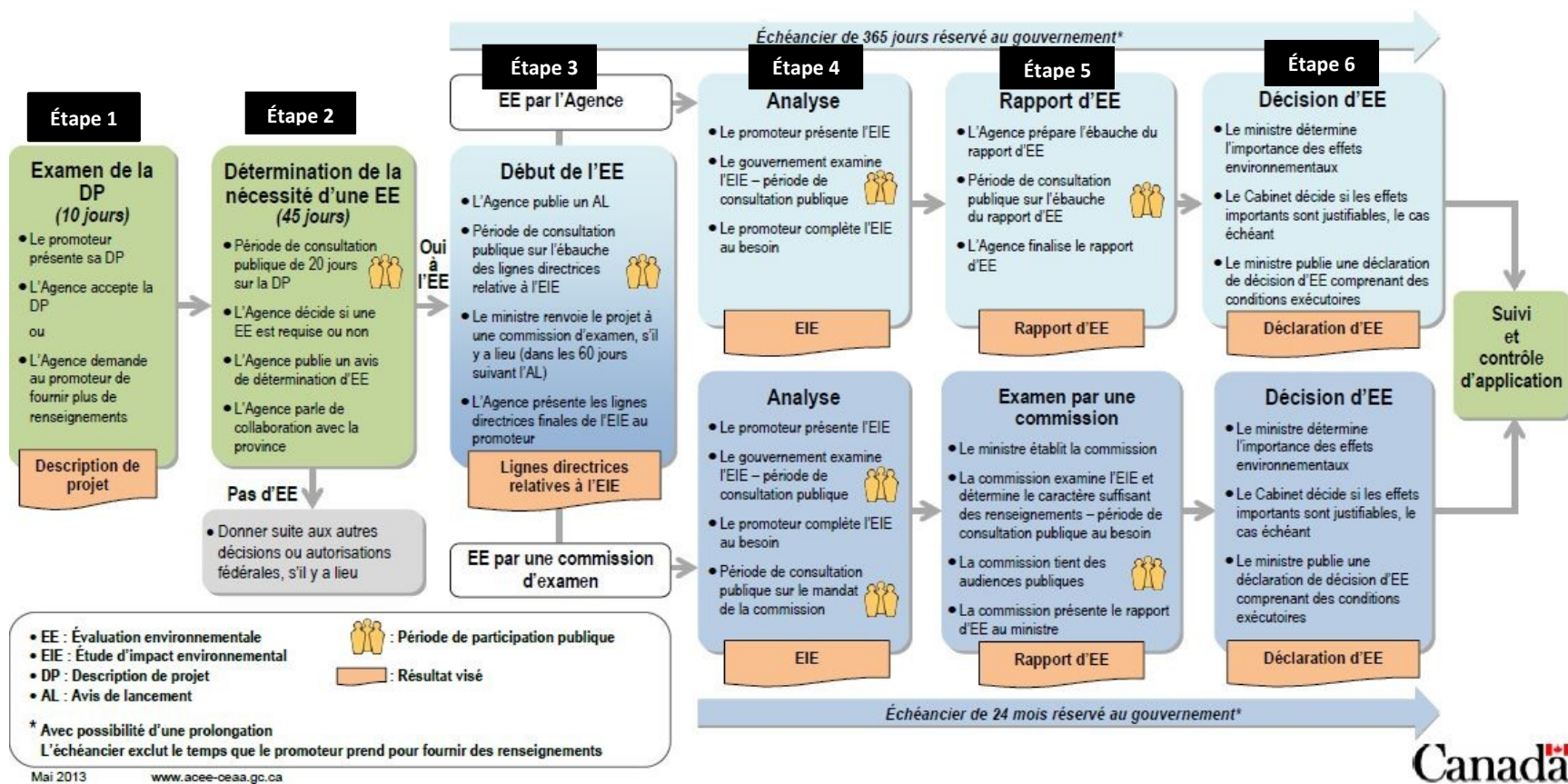


Figure 1.1 Étapes de réalisation d'une évaluation environnementale par le processus fédéral canadien (inspiré de : Gouvernement du Canada, 2013).

1.1.2 En France

D'après les directives européennes, le ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES) est responsable du suivi et des politiques en matière d'évaluation environnementale (Ministère de la Transition écologique et solidaire [MTES], 2019a). Certains projets doivent systématiquement passer par le processus d'évaluation environnementale, lorsqu'ils font partie des catégories de projets de l'article R122-2 du Code de l'environnement (MTES, 2019a). Concernant l'océan, voici des exemples de ces catégories de projets situés à l'annexe de l'article R122-2 (*Code de l'environnement*, art. R122-2) :

- infrastructures portuaires, maritimes et fluviales;
- travaux, ouvrages et aménagements en zone côtière;
- récupération de territoires sur la mer;
- travaux de rechargement de plage;
- récifs artificiels;
- dispositifs de prélèvement des eaux de mer;
- rejets en mer;
- extraction de minéraux par dragage marin.

Suivant la spécificité du projet entrant dans l'une de ces catégories, soit l'ÉIE est automatique, soit le projet passe par un examen au cas par cas, afin de déterminer si l'ÉIE est nécessaire ou non (*Code de l'environnement*, art. R122-2). Par exemple, un port de plaisance d'une capacité d'accueil supérieure ou égale à 250 emplacements sera automatiquement soumis au processus, alors qu'une capacité d'accueil inférieure à 250 devra passer par l'examen au cas par cas (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 2017b).

La réalisation de l'ÉIE par le maître d'ouvrage doit inclure la santé humaine, la biodiversité, les terres, le sol, l'eau, l'air, le climat, les biens matériels et le patrimoine culturel et paysager (MTES, 2019a). Cette ÉIE est structurée au minimum par les parties suivantes : un résumé non technique; une description des caractéristiques du projet comme la localisation, la conception et les dimensions; une description de l'état actuel de l'environnement; un scénario de l'évolution de l'environnement si le projet n'est pas réalisé; un scénario de l'évolution de l'environnement si le projet est réalisé; une description des risques d'accidents ou de catastrophes majeures possibles sur l'environnement; la séquence ERC (Éviter-Réduire-Compenser)

qui est le cœur de l'ÉE, car elle décrit toutes les mesures évitant, réduisant et compensant les impacts du projet (figure 1.2); une présentation des modalités de suivi de ces mesures et de leurs effets; une description des solutions de substitution possibles (MTES, 2019a).

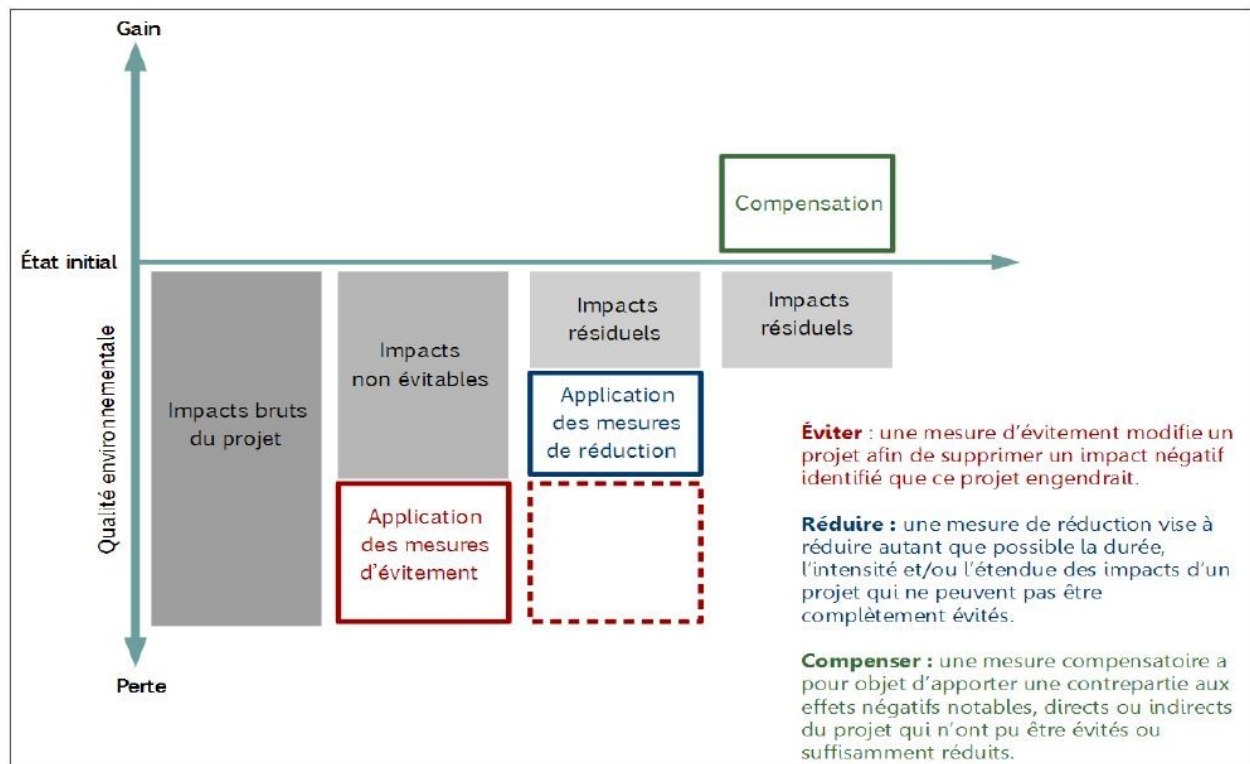


Figure 1.2 Explications de l'influence des mesures de la séquence ERC (Éviter-Réduire-Compenser) sur la qualité environnementale d'un milieu (tiré de : Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en charge des relations internationales sur le climat, 2017c).

La séquence ERC représente les actions concrètes que le promoteur du projet doit mettre en œuvre pour ne pas infliger une perte de la qualité environnementale du milieu (figure 1.2). C'est donc cette partie de l'ÉE qui sera majoritairement analysée dans cet essai.

Après l'ÉE, il y a une consultation avec les autorités responsables. Il existe 4 autorités responsables du processus : le ministère, la formation d'autorité environnementale du conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD), les missions régionales d'autorité environnementale, et les préfets (MTES, 2019b). L'autorité responsable concernée doit rendre un avis afin de bonifier l'ÉE jusqu'à ce qu'elle atteigne les critères souhaités, et que le projet soit officiellement accepté (MTES, 2019b).

1.2 Historique de l'étude d'impact environnemental

Que ce soit au Canada ou en France, l'encadrement des ÉIE est en perpétuelle évolution. La mise en place d'un cadre international des ÉIE est relativement récente puisque ce concept est apparu lors du sommet de Rio en 1992 (Organisation des Nations Unies [ONU], 1992). L'article 14 de la convention évoque la nécessité d'évaluer les risques environnementaux avant la mise en place d'un projet pour réduire les nuisances sur la biodiversité (ONU, 1992).

1.2.1 Au Canada

Au Canada, l'ÉIE a vu le jour en 1973, où chaque province adopte dès lors sa propre politique concernant les ÉIE (Alaoui, 2008). Le processus d'impact est ensuite passé par trois périodes : la première période préliminaire dite « classique » qui s'étend jusqu'aux années 80 et qui met l'accent sur l'aspect technique; la période « moderne » qui perdure jusqu'au début des années 1990 et se focalisait essentiellement sur la caractérisation du milieu, délaissant la réelle évaluation des impacts; et enfin la période « contemporaine » où les impacts cumulatifs et sociaux sont intégrés, ainsi que le concept d'acceptabilité sociale (Alaoui, 2008).

En 2012, la LCEE établit le fondement réglementaire de la pratique fédérale des évaluations environnementales (Gouvernement du Canada, 2018a). Tous les projets assujettis à la compétence fédérale (peuples autochtones, voies navigables, poissons, qualité de l'air, etc.) susceptibles d'avoir un impact sur l'environnement sont régis par cette instance (Gouvernement du Canada, 2018a). Pour déterminer si une ÉIE fédérale est nécessaire pour un projet, il faut se référer au règlement désignant les activités concrètes (*Règlement désignant les activités concrètes*).

D'après cette LCEE, un projet qui peut avoir des effets sur « le poisson et l'habitat du poisson » ou sur « les autres espèces aquatiques » nécessite une évaluation environnementale (*Loi canadienne d'évaluation environnementale*). Comme ce sont des compétences fédérales, le ministère Pêches et Océans Canada (MPO) est souvent impliqué dans le processus d'évaluation environnementale (ACEE, 2016; ACEE, 2018). La structure générale de l'ÉIE reste cependant identique que ce soit pour des projets marins ou non.

En 2018, le projet de loi suivant : « Loi édictant la Loi sur l'évaluation d'impact et la Loi sur la Régie canadienne de l'énergie, modifiant la Loi sur la protection de la navigation et apportant des modifications corrélatives à d'autres lois » souhaite remplacer la LCEE par la Loi sur l'évaluation d'impact (Sénat du Canada, 2019). La nature de ce changement sera détaillée dans les chapitres 3 et 4.

1.2.2 En France

L'évaluation de l'impact sur l'environnement est apparue en France en 1976 (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en charge des relations internationales sur le climat, 2017c) et la France devient ainsi le premier pays européen à mettre cette procédure en place (Lafont et Turlin, 1997). Cette ÉIE provient d'un amendement parlementaire visant la Loi du 10 juillet 1976 sur la protection de la nature (Lafont et Turlin, 1997).

En 1985, le rôle avant-gardiste de la France dans ce domaine engendre la création d'une directive européenne sur l'impact environnemental (Lafont et Turlin, 1997; Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en charge des relations internationales sur le climat, 2017c). Cette directive s'applique pour tous les pays de la Communauté européenne, pour des projets publics ou privés (*Directive du conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement*). Cette réglementation européenne a été bonifiée par deux nouvelles directives en 2011 et 2014 (*Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement; Directive 2014/52/UE du parlement européen et du conseil du 16 avril 2014 modifiant la directive 2011/92/UE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement*).

Le principe de précaution est introduit dans le droit français via la Charte de l'environnement en 2005 (*Loi constitutionnelle n° 2005-205 du 1 mars 2005 relative à la Charte de l'environnement*). Ce principe de précaution sera ensuite plus spécifiquement inclus dans le Code de l'environnement avec le principe de pollueur-payeur (*Code de l'environnement*, art. L110-1).

En 2009 et 2010, des lois viennent préciser la séquence ERC, notamment en en renforçant le contrôle (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en charge des relations internationales sur le climat, 2017c).

En 2016, la Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages est mise en place et constitue un progrès dans le processus d'ÉE (Dupont et Lucas, 2017; Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en charge des relations internationales sur le climat, 2017c). La notion de non-perte nette d'habitat est un objectif de cette loi, visant dès lors à contrebalancer les pertes de biodiversité par des gains équivalents (*Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*). Cette loi souhaite notamment mieux encadrer le concept de compensation écologique (*Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*). Pour ces mesures de compensation, l'obtention de résultats et de leur géolocalisation devient obligatoire (*Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*).

Un décret de 2017 affiche la stratégie nationale pour la mer et le littoral (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 2017a). Cette stratégie démontre les ambitions maritimes françaises, notamment avec la volonté de développer davantage l'activité portuaire, les énergies renouvelables, les biotechnologies marines, l'exploitation des grands fonds marins, et la recherche (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 2017a). Cette stratégie nationale définit quatre grands objectifs, dont trois sont directement liés à l'environnement : la transition écologique pour la mer et le littoral; le développement de l'économie bleue durable; le bon état écologique du milieu marin et la préservation d'un littoral attractif (Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat, 2017a). Comme cette stratégie nationale met l'accent sur le respect et l'amélioration du milieu marin, elle nécessite l'utilisation d'ÉE efficaces. Pour ce faire, la séquence ERC des ÉE a été redéfinie par le ministère de la Transition écologique et solidaire, pour s'appliquer spécifiquement à la mer (MTES, 2017a).

2. ÉTUDES DE CAS

Ce deuxième chapitre vise à identifier les lacunes des ÉIE actuelles dans leur capacité à prévenir la perte de biodiversité marine. Pour y parvenir, 4 ÉIE de projets ayant des incidences importantes sur le milieu marin sont analysées : deux ÉIE canadiennes et deux ÉIE françaises. Les projets ont été sélectionnés pour leurs différences en termes de biodiversité affectée, afin de vérifier l'adaptabilité du processus d'ÉIE à des écosystèmes distincts. Le choix a aussi été fait en prenant en compte la similitude des types de nuisances (ex. : dégradation de la qualité de l'eau, nuisance acoustique, perte d'habitat, etc.) qui permettront de comparer les projets entre eux au chapitre 3. En effet l'analyse critique réalisée dans ce présent chapitre a pour but de faciliter la réalisation d'une analyse multicritère au chapitre 3 afin de cibler les failles des ÉIE.

2.1 Cas 1 : Terminal maritime en rive nord du fjord Saguenay (Québec)

Ce projet de construction d'un port va engendrer différentes nuisances pour la biodiversité marine qui sont détaillées dans cette section. C'est le cas d'une dégradation de la qualité des eaux par l'émission de matière en suspension (MES), d'une perte d'habitats marins, et d'une pollution sonore pour la faune marine sensible. Les nuisances de cet ouvrage, cumulées à celles d'autres activités situées à proximité sont également discutées dans cette étude de cas.

2.1.1 Le projet en bref

Le projet se trouve dans le fjord du Saguenay (figure 2.1) à proximité de la ville de La Baie. La zone d'étude des impacts du projet s'étend jusqu'à l'estuaire du Saint-Laurent (annexe 1). L'objectif est de construire un terminal portuaire pour transporter les minéraux d'apatite de la mine Arianne Phosphate qui est située au lac à Paul, à environ 240 kilomètres au nord (WSP et Groupe Conseil Nutshimit-Nippour [GCNN], 2017a). La forme phosphorée de l'apatite est utilisée dans l'agriculture (WSP et GCNN, 2016). Ce projet va augmenter le transport maritime dans l'estuaire du Saguenay d'environ 60 % d'ici 2030 (Shields, 2018, 24 octobre). Ce type de biome est reconnu comme étant l'un des plus productifs du monde, avec une multitude de services écosystémiques (régulation des cycles biochimiques et des inondations, purification de l'eau, augmentation de la productivité biologique d'espèces commerciales, etc.) (Boquet et Rioux 2018; Jacobs et al., 2013). La zone influencée par le projet abrite, pour ne citer qu'eux : des mammifères marins

comme le béluga (*Delphinapterus leucas*), des requins du Groenland (*Somniosus microcephalus*) et des espèces anadromes et catadromes telles que le saumon atlantique (*Salmo salar*) et l'anguille d'Amérique (*Anguilla rostrata*) (WSP et GCNN, 2016).



Figure 2.1 Localisation du projet de terminal maritime en rive nord du fjord Saguenay (tiré de : WSP et GCNN, 2016).

Le promoteur (Administration portuaire du Saguenay) a déposé son descriptif du projet au gouvernement fédéral, puisque cet ouvrage est assujéti au Règlement désignant les activités concrètes (voir chapitre 1) : « la construction, l'exploitation et la fermeture d'un nouveau terminal maritime conçu pour recevoir des navires de plus de 25 000 Tonnes » (*Règlement désignant les activités concrètes*). Toutes les étapes de l'évaluation environnementale ont été réalisées, et la ministre fédérale de l'Environnement et du Changement Climatique, Catherine McKenna, a accepté le projet le 22 octobre 2018 (Environnement et Changement Climatique Canada, 2018).

2.1.2 Qualité de l'eau

Concernant la mise en suspension des sédiments lors des travaux du quai, les MES peuvent causer des nuisances à la faune et la flore marine (WSP et GCNN, 2016; Wilber et Clarke, 2001). La première mesure d'atténuation proposée par le promoteur était la suivante : « instaurer un périmètre de sécurité à l'aide de filets pour éviter l'approche des différentes espèces à l'intérieur de la zone » (WSP et GCNN, 2016). Cela n'est pas une mesure suffisante d'après le Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay Lac-Saint-Jean (CREDD), si bien que le promoteur a opté à la place pour un rideau de turbidité qui confine les MES dans la zone de travaux (exemple à l'annexe 2) (Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay Lac-Saint-Jean [CREDD], 2016; ACEE 2018). Le promoteur en a démontré l'efficacité (WSP et GCNN, 2016). De plus, un programme de suivi de la qualité de l'eau durant les travaux est mis en place pour permettre de repérer toute contamination des eaux (ACEE 2018). Le promoteur s'engage aussi pour cinq ans à évaluer l'état des deux herbiers intertidaux situés à proximité du quai (figure 2.2) afin de documenter l'évolution de leur superficie, de leur densité et de leur composition (ACEE, 2018). Cela est pertinent, car les herbiers de ce type, même s'ils ne s'établissent pas sur d'immenses superficies (figure 2.2), sont sensibles à la qualité des eaux et sont des points chauds de biodiversité marine (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER [IFREMER], 2010; Bajjouk et al., 2015). Les herbiers marins captent également le carbone 35 fois plus rapidement qu'une forêt tropicale humide, et pendant des millénaires (Macreadie et al., 2015).

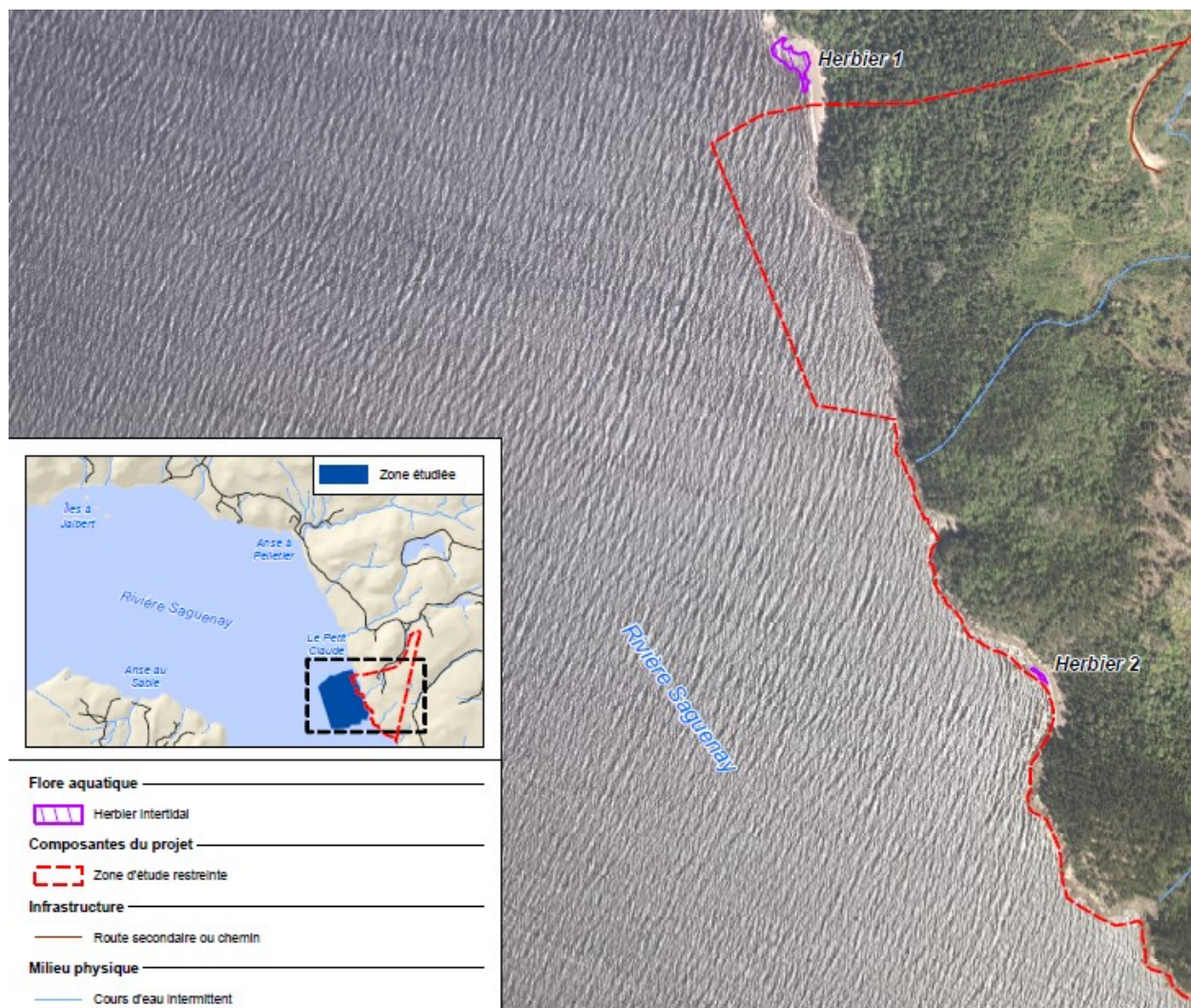


Figure 2.2 Présence d’herbiers intertidaux dans la zone d’étude restreinte du projet de terminal maritime au Saguenay et à proximité de celle-ci (tiré de : WSP et GCNN, 2016).

La pollution causée par l’augmentation du trafic maritime peut être préoccupante. Le déversement d’hydrocarbures ou de matières dangereuses lors des travaux de construction et lors du transport maritime constitue un risque possible et pourrait nuire à l’ensemble des taxons marins (CREDD, 2016; ACEE 2018). Le milieu a déjà subi une pollution industrielle au mercure il y a quelques décennies, qui a entraîné l’interdiction de cueillette artisanale de mollusques dans l’ensemble de la rivière Saguenay pour des raisons de toxicité (ACEE, 2018). Par ailleurs, un remorqueur de la compagnie d’aluminium Rio Tinto-Alcan a sombré avec ses 113 000 Litres d’essence dans le Saguenay en 2007 (Radio-Canada, 2008, 3 janvier).

En outre, un requin du Groenland a été pêché tout proche du futur terminal en 2006, et il était déjà hautement contaminé aux métaux lourds, HAP et BPC (Muir et al., 2006) qui sont des composants toxiques (Olivier, 2015). Cette espèce est méconnue des scientifiques, et présente des caractéristiques hors normes encore mal comprises : c'est par exemple le vertébré qui a la plus grande longévité sur toute la planète (environ 400 ans) (Nielsen et al., 2016). Il est donc critiquable que le principe de précaution ne s'applique pas pour cette espèce.

Les phénomènes de bioaccumulation et bioamplification sont largement documentés, et les hauts degrés de pollution retrouvés sur des bélugas sont en partie dus à la forte contamination de leurs proies telles les anguilles d'Amérique provenant des Grands Lacs (M.J. Olivier, notes du cours ENV 814, octobre 2016; Pêches et Océans Canada [MPO], 2012a). La préoccupation de la contamination des eaux ne se restreint pas à la faune marine : les mêmes mécanismes de bioaccumulation existent aussi pour les humains qui peuvent présenter de hauts taux de contamination (Olivier, 2015). Or, les Premières Nations des Innus d'Essipit et de Pessamit pratiquent la pêche à l'embouchure de la rivière Saguenay (ACEE, 2018). Une nouvelle contamination du Saguenay pourrait donc engendrer des répercussions écologiques et sanitaires. Même si les mesures d'évitement et d'atténuation concernant la qualité de l'eau sont nombreuses (WSP et GCNN, 2016) et que l'équipe de l'ÉIE se montre confiante pour prévenir tout type de pollution (WSP et GCNN, 2017b), il n'existe pas de risque nul.

2.1.3 Perte et altération de l'habitat

L'empiètement des infrastructures dans l'habitat du poisson est de 18 207 mètres carrés (ACEE, 2018). Dans cette zone, les biologistes de l'ÉIE ont réalisé des inventaires de la faune benthique et des poissons marins avec des enregistrements vidéos (ACEE, 2018). Ces inventaires révèlent la présence de faune benthique dans les 15 premiers mètres de profondeur (WSP et GCNN, 2016). Des hydrozoaires, des cérianthes du Nord (*Cerianthus borealis*), des balanes (*Balanus perforatus*), des étoiles de mer *Henricia* (*Henricia sanguinolenta*), des anémones, des coraux et éponges d'eaux froides ont été observés (ACEE, 2018). La zone empiétée par le quai est peu propice à la reproduction des espèces de poissons à cause de la forte pente et de la faible présence d'herbiers aquatiques (ACEE, 2018). En revanche, des juvéniles de sébastes ont été observés et il existe au moins 11 espèces de poissons pouvant fréquenter le Fjord du Saguenay et/ou la zone du projet qui possèdent un statut fédéral ou provincial (CREDD, 2016; WSP et GCNN, 2016). L'ACEE ne décrit pas les risques écologiques de la dégradation de coraux et d'éponges d'eaux

froides que les inventaires vidéos ont relevés (ACEE, 2018). Leurs rôles d'habitats pour de nombreuses espèces sont pourtant bien détaillés dans l'ÉIE (WSP et GCNN, 2016). L'Organisme de bassin versant du Saguenay s'inquiète de la présence de ces organismes dont la mortalité due au projet est confirmée par le promoteur (ACEE, 2018; WSP et GCNN, 2016).

Le promoteur doit compenser la perte d'habitat engendrée par les travaux, mais il n'a pas encore précisé le pourcentage ni la superficie de cette compensation. Cela préoccupe les Premières Nations des Innus Essipit, des Pekuakamiulnuatsh et des Innus de Pessamit, qui se soucient de la qualité des inventaires et des mesures de compensation, notamment concernant l'éperlan arc-en-ciel (*Osmerus mordax*) (ACEE, 2018). Les plans de compensations sont à mettre en place dans un second temps avec le MPO (ACEE, 2018). Cela limite les possibilités de participation du public et donc d'éventuelles propositions d'améliorations des mesures de compensation. En effet, au stade des consultations publiques le public ne peut savoir précisément la nature des mesures de compensation. Des idées de compensations ont tout de même été suggérées dans l'ÉIE : l'expansion des herbiers intertidaux, la création d'habitats pour le poisson par des récifs artificiels, l'amélioration de l'accessibilité des rivières pour le saumon atlantique, la mise en place d'un corridor protégé pour l'éperlan arc-en-ciel (WSP et GCNN, 2016).

2.1.4 Nuisances sonores

L'impact sur la faune marine qui semble le plus préoccuper le CREDD et l'ACEE est la nuisance sonore (ACEE, 2018; CREDD, 2016). Rappelons que le béluga du Saint-Laurent est une population endémique en voie de disparition (Comité sur la situation des espèces en péril au Canada [COSEPAC], 2014). La définition de ce statut est : « espèce sauvage exposée à une disparition de la planète ou à une disparition du pays imminente » (COSEPAC, 2014). La population totale a été estimée à 889 individus en 2012, et le bruit occasionné par les activités anthropiques est une des causes de son déclin (COSEPAC, 2014). Au milieu des années 2000, la mortalité des nouveau-nés s'est amplifiée et depuis, la population vieillit (COSEPAC, 2014). Le béluga fait partie des espèces en péril et est donc protégé par le gouvernement fédéral par la Loi sur les espèces en péril. D'après cette loi il est entre autres interdit de tuer, de nuire ou d'endommager la résidence du béluga (COSEPAC, 2014; *Loi sur les espèces en péril*).

Les seuils de dérangement des bélugas sont de 120 décibels (dB) pour des sources continues et de 160 dB pour des sources à impulsions (CREDD, 2016; MPO, 2014; WSP et GCNN, 2016). Pour les dommages

physiques à l'oreille interne, le seuil est situé entre 180 et 230 dB (WSP et GCNN, 2016). Enfin l'ACEE demande au promoteur de ne pas exposer le béluga à des bruits supérieurs à 178 dB (ACEE, 2016). Lors du passage d'un navire, le bruit peut atteindre 154 dB dans la rivière Saguenay (ACEE, 2018) et atteint en moyenne 186 dB dans le fleuve Saint-Laurent (CREDD, 2016) soit au-dessus de 120 dB. L'ÉIE avait pourtant conclu :

« Étant donné le peu de risques d'effets physiques découlant des pressions sonores en jeu sur les poissons et les mammifères marins, nous considérons que l'effet de la navigation sur le bruit sous-marin dans la zone d'étude ne sera pas important. » (WSP et GCNN, 2016).

La contradiction a été relevée par le CREDD (CREDD, 2016). Ainsi l'effet résiduel dans l'ÉIE est évalué par le promoteur comme faible pour les mammifères marins, alors qu'il est jugé moyen voir important par le CREDD à cause du niveau d'incertitude actuel et du manque d'information sur les effets du bruit (CREDD, 2016).

Une mesure d'atténuation proposée par le promoteur est de faire surveiller sur un rayon de 600 mètres par un observateur terrestre la présence de mammifères marins dans la zone. Si tel était le cas, les activités seraient suspendues au moins pendant 30 minutes. Les bélugas peuvent rester en apnée durant une quinzaine de minutes (Fey, 2019) et l'observateur terrestre ne peut donc pas certifier que le mammifère marin n'ait pas transité dans le rayon de sécurité de 600 mètres. D'autres mesures ont aussi été adoptées comme : l'interdiction de détoner, dans l'habitat du poisson, des explosifs qui peuvent produire un changement de pression instantané supérieur à 100 kilopascals dans une vessie natatoire d'un poisson; l'obligation de déclencher de petites charges d'effarouchement afin d'éloigner les poissons une minute avant la mise à feu de la charge principale; l'obligation de démarrer graduellement les travaux bruyants pour permettre à la faune aquatique de s'éloigner (WSP et GCNN, 2016).

Les hautes fréquences affectent aussi les fonctions acoustiques des bélugas et leur écholocalisation (ACEE, 2018). Le promoteur conclut toutefois que les effets de ces hautes fréquences sur le béluga ne seraient pas importants, car elles ne se propagent pas sur de longues distances (ACEE, 2018). Cet argument est critiquable sachant que le transport maritime traversera toujours l'aire de distribution du béluga dans le Saguenay et le St-Laurent. Certaines émissions sonores n'ont pas fait l'objet de simulation. C'est le cas du chargement-déchargement des marchandises, et du dynamitage en milieu terrestre (CREDD, 2016).

2.1.5 Effets cumulatifs

Il a été montré que le projet fera augmenter le transport maritime de 60 % sur le Saguenay d'ici 2030 (Shields, 2018, 24 octobre). Cependant, en tenant compte de l'intensification des autres activités maritimes sur le Saguenay, l'augmentation du nombre de navires sera en fait de 180 % en 2030 (ACEE, 2018; Shields, 2018, 24 octobre). Or, le promoteur reconnaît que l'augmentation du trafic maritime peut causer des collisions avec les mammifères marins (WSP et GCNN, 2016). Il admet aussi que les cétacés ont parfois du mal à détecter la présence de navires malgré leurs sens extrêmement développés. Cela est dû à deux phénomènes, (1) le « masquage », qui caractérise la désorientation du mammifère due à un bruit anthropique trop élevé, et (2) au fait que le bruit provenant de l'hélice à la poupe soit masqué par la coque des grands navires, provoquant ainsi des accidents à la proue (ACEE, 2018). Ces accidents sont plus fréquents chez les nouveau-nés ou les femelles gestantes (ACEE, 2018). Ces collisions peuvent aussi se produire chez les grands cétacés de l'estuaire du Saint-Laurent comme la baleine noire (*Eubalaena glacialis*), le rorqual bleu (*Balaenoptera musculus*) et le rorqual commun (*Balaenoptera physalus*) (MPO, 2018). La vitesse des navires est directement liée à la probabilité de mort de l'individu (figure 2.3). Le promoteur a donc proposé de réduire la vitesse des navires à 10 nœuds (ACEE, 2018), ce qui reste insuffisant pour éviter les collisions létales (figure 2.3).

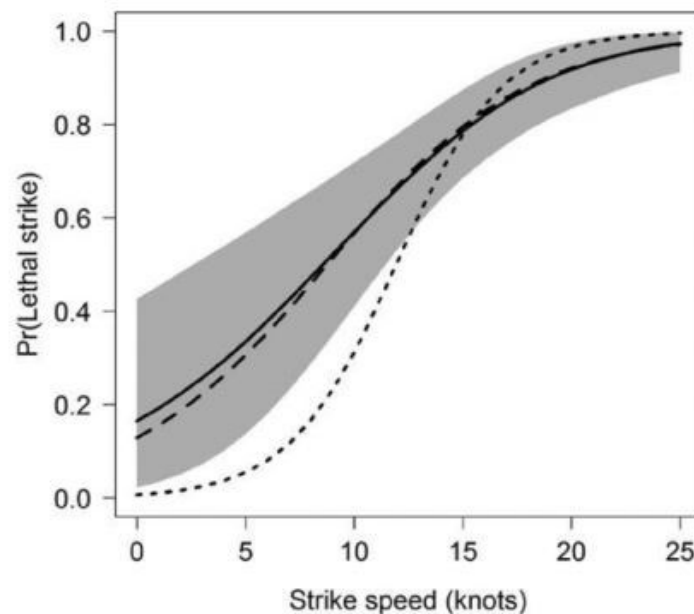


Figure 2.3 Relation entre la vitesse des bateaux lors d'une collision et la probabilité de la mort d'un cétacé suivant trois types de calcul (les trois courbes) dans l'Atlantique Nord (tiré de : Conn et Silber 2013).

L'impact cumulatif des différents projets prévus paraît donc notable. L'augmentation du trafic maritime peut en effet avoir un impact sur la qualité des eaux, les nuisances sonores et le risque de collision. Pourtant d'après l'ACEE et après consultation de l'avis du MPO, « le projet n'est pas susceptible de causer des effets cumulatifs négatifs importants sur le béluga » (ACEE, 2018).

2.1.6 Bilan

L'ACEE conclut que les effets environnementaux dus à la perte d'habitat, aux nuisances sonores et aux matières en suspension seraient d'intensités modérées et qu'ils se feraient sentir pendant toute la durée de vie du projet (ACEE, 2018). L'Agence confirme également que le « projet n'est pas susceptible d'entraîner des effets négatifs importants sur les mammifères marins, y compris les espèces à statut particulier » (ACEE, 2018). La conclusion finale de l'ACEE concernant l'entièreté du projet affirme que « compte tenu de l'application des mesures d'atténuation, le projet n'est pas susceptible d'entraîner des effets environnementaux négatifs importants » (ACEE, 2018). Pourtant, les connaissances actuelles justifiant la situation actuelle critique du béluga sont justement la perturbation de l'habitat par le bruit anthropique causé par la navigation commerciale, ainsi que les collisions avec les navires (ACEE, 2018).

Il est difficile de critiquer la bonne foi du promoteur et de l'ÉIE, car son équipe s'est pliée à toutes les exigences du processus d'évaluation environnementale. Pour toutes les nuisances, le promoteur propose soit des mesures d'atténuation, soit des mesures de suivis crédibles. Il a travaillé en partenariat avec beaucoup d'acteurs comme Transport Canada, Parcs Canada, le MPO, le gouvernement du Québec, le Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM), les nations autochtones et a contribué à l'avancement des connaissances via les nombreuses simulations et modélisations réalisées (WSP et GCNN, 2016; ACEE, 2018). Des programmes de recherches et des plans d'action ont depuis émergé tels que le « plan d'action pour réduire l'impact du bruit sur le béluga et les autres mammifères marins de l'estuaire du Saint-Laurent » ainsi que « le cadre d'évaluation des effets cumulatifs des activités maritimes » (ACEE, 2018). C'est plutôt la nature même du projet et les effets cumulatifs sur une espèce en voie de disparition comme le béluga qui est discutable. En effet malgré toutes les mesures d'atténuation et de compensation possible, il paraît difficile d'imaginer que l'accroissement de la navigation de 180% au cœur même du parc marin Saguenay – Saint-Laurent n'aura aucun impact sur cette espèce en voie de disparition.

2.2 Cas 2 : Projet de gaz naturel liquéfié *Pacific NorthWest* (Colombie-Britannique)

Ce projet engendre des impacts marins similaires au cas précédent, car il correspond également à la construction d'un terminal maritime pour exporter une ressource. Ainsi, les nuisances attendues sont sensiblement les mêmes, soit la dégradation de la qualité de l'eau, l'empiètement des structures sur des habitats marins et l'émission de bruit subaquatique nocif pour la faune. Ces effets, cumulés avec ceux de projets environnants, sont également détaillés pour cette étude de cas.

2.2.1 Le projet en bref

Le promoteur *Pacific Northwest LNG Limited Partnership* souhaite construire et exploiter une installation visant à stocker et exporter du gaz naturel liquéfié (GNL) pour le marché asiatique (Standec, 2014). Ce projet se trouve sur la côte de la Colombie-Britannique, à 15 kilomètres au sud de Prince Rupert, soit proche de la frontière avec l'Alaska (figure 2.4). Les infrastructures qui sont analysées dans l'étude sont donc celles associées à la construction du terminal qui souhaite accueillir des méthaniers pouvant faire 315 mètres de long (Standec, 2014). Comme le stockage du GNL se fera sur une île entourée par des eaux peu profondes, le terminal maritime comprend une jetée de 2,7 km, un pont suspendu de 1,6 km et un pont à chevalets de 1,2 km (ACEE, 2016). Une zone de 54 000 mètres carrés sera draguée et dynamitée jusqu'à 12,5 mètres de profondeur (ACEE, 2016). Sur les 790 000 mètres cubes dragués de sédiments, 192 000 seront relargués plus loin en mer (ACEE, 2016).

Ce projet se trouve à l'embouchure de la rivière Skeena qui est considérée par le MPO comme « l'un des plus grands et des plus diversifiés bassins hydrographiques à saumons sauvages au monde » (ACEE, 2016). Cet estuaire agit comme une pouponnière par la présence de grandes superficies d'herbiers de zostères (Fonds mondial pour la nature, [WWF], 2016). D'autres espèces que le saumon utilisent également cet endroit pour leur cycle vital. Parmi celles-ci, se trouvent notamment l'eulakane (*Thaleichthys pacificus*), le hareng (*Clupea harengus*), l'éperlan argenté (*Hypomesus pretiosus*), le lançon, le crabe dormeur (*Cancer pagurus*), des poissons plats, des crevettes et du plancton (ACEE, 2016). La zone est aussi fréquentée par des mammifères marins comme la baleine à bosse (*Megaptera novaeangliae*), l'épaulard (*Orcinus orca*), le marsouin commun (*Phocoena phocoena*), le marsouin de Dall (*Phocoenoides dalli*), le dauphin à flancs blancs du Pacifique (*Lagenorhynchus obliquidens*) et le phoque commun (*Phoca vitulina*) (ACEE, 2016). D'après le Règlement désignant les activités concrètes, ce projet a été soumis à une évaluation

environnementale fédérale (Standec, 2014). Les gouvernements fédéraux et de Colombie-Britannique ont collaboré, notamment pour la consultation du public et des peuples autochtones (ACEE, 2016). À la suite de l'ÉIE produite par *Stantec Consulting Ltd* et du rapport d'évaluation environnementale produit par l'ACEE, la ministre de l'Environnement du Canada Catherine McKenna a approuvé le projet le 27 septembre 2016 avec 190 conditions juridiquement contraignantes (Environnement et Changement Climatique, 2016b). Le projet a toutefois été abandonné en 2017 pour des questions économiques (Radio-Canada, 2017, 25 juillet). Il est tout de même présenté ici comme si le projet serait réalisé. En effet le processus d'évaluation environnementale a été entièrement complété. Cela permet donc l'analyse et la comparaison de l'ÉIE avec celles des autres projets présentés dans cet essai.



Figure 2.4 Localisation du projet *Pacific NorthWest LNG* (tiré de : Standec, 2014).

2.2.2 La qualité de l'eau

Les activités de dragage et de relargage de sédiments, ainsi que la présence de navires de construction vont créer une grande quantité de MES. Cette quantité sera vraisemblablement supérieure aux seuils indiqués par les *recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique* (ACEE, 2016). Les 11 espèces de poissons et d'invertébrés à statut particulier présents sur la zone locale du projet sont toutes impactées par la qualité des eaux et des MES (ACEE, 2016). C'est le cas par exemple de deux espèces de requins et de quatre espèces de sébastes (ACEE, 2016). Cependant, compte tenu des mesures d'atténuation prévues, les impacts sur ces espèces ne seraient pas significatifs d'après l'ACEE (ACEE, 2016). Par exemple les activités de dragage sont prévues d'être interrompues du 15 avril au 15 juillet pour respecter les juvéniles de cinq espèces de saumons qui utilisent le site pendant cette période (ACEE, 2016). Rappelons que le saumon est une des ressources halieutiques les plus prisées du monde et permet de maintenir une sécurité alimentaire pour certains peuples autochtones de Colombie-Britannique (Nesbitt et Moore, 2016). L'utilisation de filtres à limon ou d'autres systèmes de confinement permet de contenir les MES (Standec, 2014). En outre, la vitesse des bateaux réduite dans les zones de faibles profondeurs et l'utilisation de bateaux-remorqueurs dotés de dispositifs de propulsion à la verticale limite la création de MES (ACEE, 2016).

Le promoteur a proposé de réduire le volume des sédiments immergés d'environ 7 000 000 m³ à 192 000 m³ (ACEE, 2016). Un suivi de la dispersion de ces sédiments est d'ailleurs proposé. Cependant, le promoteur juge que même après les mesures d'atténuation, le taux de MES serait possiblement supérieur aux *recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique*, mais qu'il est « peu probable qu'il y ait des effets aigus » (ACEE, 2016). Il semblerait que ce jugement manque de précision avec l'utilisation du « peu probable » et « effets aigus » qui ne sont pas bien définis. Par exemple, l'augmentation des MES peut induire chez les poissons une difficulté à se nourrir, une plus grande susceptibilité à contracter des maladies, une croissance réduite, l'obstruction des branchies voire même un effet léthal pour les œufs et alevins de salmonidés (ACEE, 2016; Conseil canadien des ministres de l'Environnement, 2002). Il faudrait détailler pour chaque espèce à statut particulier lesquels de ces effets sont attendus et lesquels sont à écarter.

2.2.3 Perte et altération de l'habitat

Les infrastructures construites dans l'eau ont un impact plus direct puisqu'elles causent une perte ou modification d'habitats marins d'environ 125 ha (Standec, 2014). Cela comprend des herbiers de zostères et des habitats rocaillieux (ACEE, 2016). Ces deux habitats sont entre autres utilisés par des saumons juvéniles, des harengs, des éperlans argentés, des lançons et des crabes (ACEE, 2016). Le Fonds mondial pour la nature (WWF) s'inquiète de cet impact sur des millions de saumons, en rappelant que les herbiers touchés ont un rôle d'habitat à la fois pour les invertébrés et pour les salmonidés juvéniles, en les protégeant de la prédation (WWF, 2016). La complexité des interactions prédateurs-proies et des dynamiques de populations rend difficile l'évaluation des effets sur la faune marine. Par exemple, une diminution d'herbiers peut induire une diminution d'habitats pour le saumon, or ce dernier influence la présence d'épaulards (Vélez-Espino et al., 2015). En tant que superprédateur, l'épaulard a un rôle dans l'équilibre de la chaîne trophique via l'effet top-down (Winnie et Creel, 2017), effet qui se complexifie avec les changements climatiques (Filatova et al., 2019). L'ÉIE et l'analyse de l'ACEE ont tendance à étudier les effets taxons par taxons, en ne prenant pas suffisamment en compte la complexité des dynamiques de populations.

Le promoteur prévoyait que les structures du projet puissent faire office de nouveaux substrats pour l'implantation de plantes, compensant ainsi légèrement la perte d'habitat (ACEE, 2016). Cependant, le flux de méthaniers transitant en Asie avant de se rendre dans la région du projet pourrait amener via les eaux de ballasts des espèces envahissantes. Ces dernières pourraient potentiellement se développer dans ces nouveaux habitats. Le Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast permet de réduire ces déconvenues, mais le risque d'implantation d'espèces invasives n'est pas inexistant malgré ce règlement (*Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast*; WSP et GCNN, 2016). Par rapport à l'importance socio-économique du saumon pour les communautés locales et autochtones, tout doit être fait pour éviter l'implantation d'espèces invasives. La Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires n'est entrée en vigueur qu'en 2017 (Organisation maritime internationale [OMI], s. d.) soit après la réalisation de l'ÉIE en 2014.

Comme il semble difficile d'atténuer l'emprise de ces infrastructures sur les habitats, peu de mesures d'atténuation ont été mises en place. La seule véritable mesure d'atténuation concernant la perte d'habitat correspond au déplacement des crabes dormeurs qui se trouvent dans les zones de construction

(Standec, 2014). Le promoteur s'est donc plutôt engagé à procéder à des mesures de compensation pour la perte d'habitat conformément à la Loi sur les pêches (ACEE, 2016). Ainsi 120 000 mètres carrés d'habitat de faible productivité ont été identifiés pour être revalorisés par des habitats de zostère, de récifs et de galets (ACEE, 2016). Ces mesures de compensation se font en collaboration avec le MPO et les communautés autochtones (ACEE, 2016). Elles ne sont cependant pas vraiment détaillées dans l'ÉE ni dans le rapport de l'ACEE qui a été fourni à la ministre de l'Environnement (ACEE, 2016; Standec, 2014). Le MPO a informé l'ACEE que les mesures de compensation semblaient être appropriées (ACEE, 2016). L'Agence conclut « qu'aucun habitat essentiel pour les poissons au sens de la Loi sur les espèces en péril ne serait touché par le projet » (ACEE, 2016). Cependant les documents disponibles ne permettent pas d'affirmer que les espèces non incluses dans la liste des espèces en péril ne seraient pas affectées par le projet à long terme.

2.2.4 Nuisances sonores

Les travaux de construction et l'accostage de 350 navires prévus par année (ACEE, 2016) pourraient aussi créer une nuisance sonore induisant une modification de comportement pour les poissons et mammifères marins. Des dommages physiques comme la perte de l'audition et l'éclatement de la vessie natatoire sont aussi envisageables (ACEE, 2016). Les mammifères marins sont extrêmement sensibles aux bruits et certains sont des espèces en péril comme le rorqual à bosse, l'épaulard de Bigg, l'épaulard résidant du Nord, le marsouin commun, etc. (liste à l'annexe 3) (ACEE, 2016). La majorité des mammifères marins a tendance à éviter les zones de pollutions sonores, mais le marsouin commun n'entreprend pas de grand déplacement et est cité comme l'une des espèces de mammifères marins les plus sensibles aux nuisances sonores (ACEE, 2016; Richardson, Greene, Malme et Thomson, 1995; Tougaard, Wright et Madsen, 2015). Pour ces mammifères marins, des incertitudes sont énoncées quant à leurs capacités à retrouver une zone d'habitat propice (ACEE, 2016). Les seuils de bruit sont de 207 dB pour l'enfonçage des pieux (à 20 mètres de la source du bruit) et de 160 dB pour la zone en dehors du rayon de surveillance des mammifères marins (ACEE, 2016). Le seuil de 207 dB n'est pas justifié, ni dans le rapport de l'ACEE ni dans le résumé de l'ÉE. Le promoteur a fourni des seuils de la NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) à 120 dB pour les bruits continus et 160 dB pour les bruits pulsés, seuil à partir duquel des changements de comportements chez les mammifères marins sont observés (ACEE, 2016).

Pour pallier ces nuisances sonores, le promoteur a proposé de très nombreuses mesures d'atténuation. Il veut créer un rayon de sécurité surveillé, pour les travaux excédant les seuils de bruits (ACEE, 2016). Dans ce rayon de sécurité, un biologiste veillerait à ce que les mammifères marins n'entrent pas dans la zone à risque (ACEE, 2016). Du matériel de vision nocturne, des jumelles infrarouges et des hydrophones seraient utilisés pour détecter les mammifères marins (ACEE, 2016). Si un mammifère marin est détecté, que la météo ne permet pas une bonne visibilité dans la zone, ou que le seuil de 160 dB est dépassé à la limite du rayon de sécurité, les travaux seraient alors interrompus (ACEE, 2016). D'autres mesures d'atténuation complexes comme l'utilisation d'un barrage à bulles d'air non confiné qui permet de réduire le bruit sont aussi prévues (Standec, 2014). D'après l'ACEE, les mesures prévues sont en accord avec la stratégie de rétablissement et les plans d'action des espèces à statut (ACEE, 2016). Les effets résiduels négatifs restent « modérés » pour les mammifères marins et « importants » pour le marsouin commun (ACEE, 2016).

2.2.5 Impacts cumulatifs

Bien que le projet se situe dans une zone à la densité de population humaine faible, de nombreux ouvrages de développement économique sont répertoriés (figure 2.5). Ainsi le promoteur a évalué les impacts cumulatifs de son projet avec ces activités (Standec, 2014). L'Agence conclut que le promoteur a évalué les effets cumulatifs de manière suffisante, et que le projet « n'est pas susceptible de causer des effets cumulatifs négatifs importants sur les poissons marins et leur habitat compte tenu de la mise en œuvre des mesures d'atténuation » (ACEE, 2016). Mais comme il existe beaucoup d'incertitudes, l'ACEE demande à ce que des mesures de suivis des possibles impacts cumulatifs soient mises en place. Concernant les mammifères marins, l'ACEE juge que le marsouin commun subira des effets cumulatifs importants (ACEE, 2016). En effet, la présence de 2000 bateaux prévue en 2025 et les constructions d'infrastructures pourraient entraîner des pertes auditives permanentes pour le marsouin commun (ACEE, 2016). Cela est aussi possible pour les mammifères marins utilisant le passage Chatham (situé à proximité du projet) comme le rorqual à bosse, l'épaulard et l'otarie (*Eumetopias jubatus*) (ACEE, 2016). Il est curieux que l'ACEE n'ait pas conclut que des effets cumulatifs importants sont attendus pour ces trois autres espèces. L'incertitude demeure aussi sur la réaction des mammifères marins à trouver des habitats de rechange propices à leur cycle vital (ACEE, 2016). En ce sens, il est étonnant que l'ACEE ne considère comme importants que les impacts cumulatifs sur le marsouin commun.

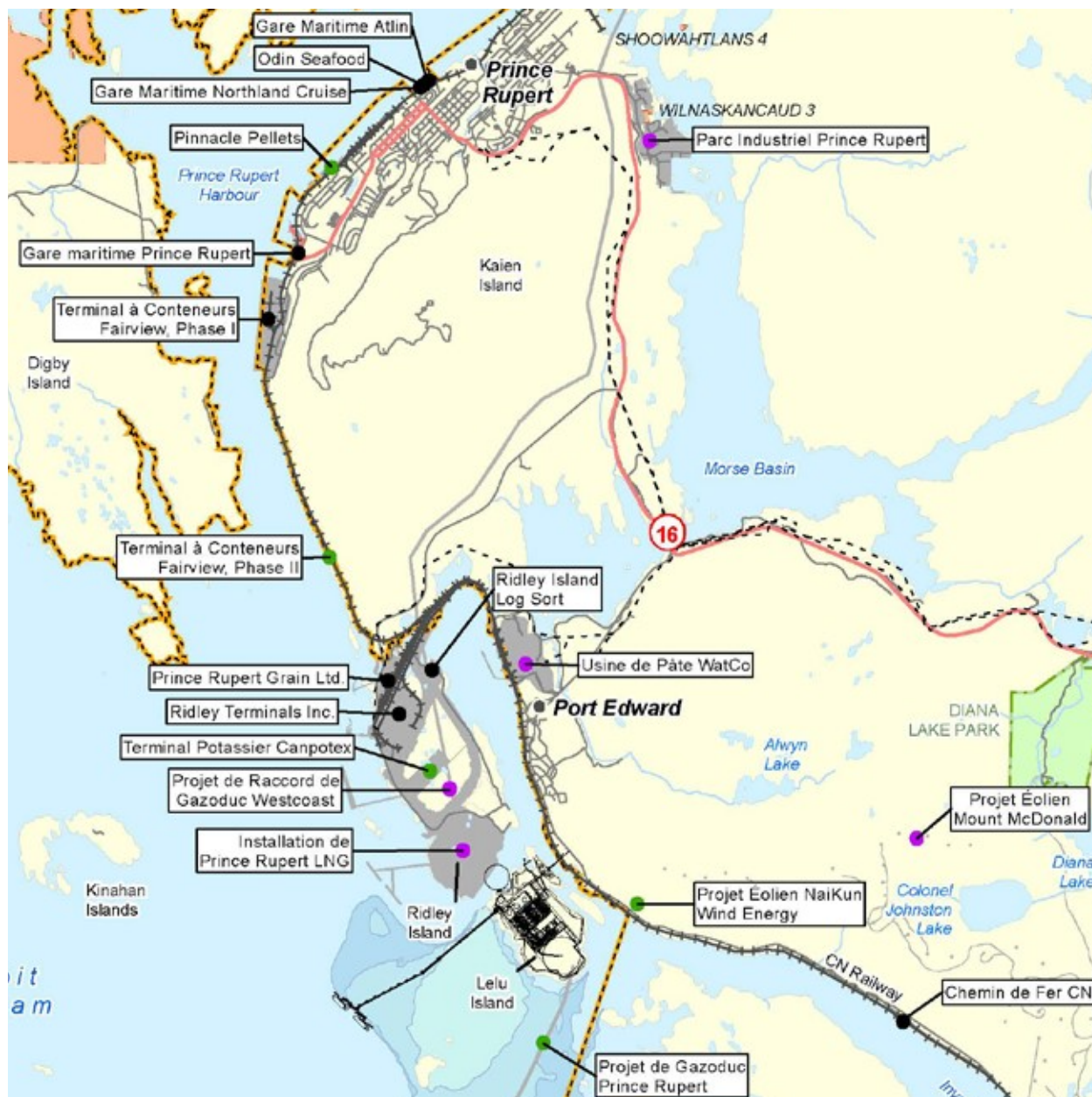


Figure 2.5 Projets opérationnels (noir), approuvés (vert), et proposés (violet) à proximité du projet de gaz naturel liquéfié *Pacific NorthWest* (tiré de : ACEE, 2016).

2.2.6 Bilan

L'Agence conclut que le projet de gaz naturel liquéfié *Pacific NorthWest* est susceptible d'entraîner des effets environnementaux négatifs importants sur le marsouin commun (ACEE, 2016). L'ÉIE est globalement satisfaisante avec un grand nombre de mesures d'atténuation pertinentes. La ministre canadienne de l'Environnement Catherine McKenna a approuvé le projet le 27 septembre 2016 (Environnement et

Changement climatique Canada, 2016b). Toutefois le groupe énergétique « Petronas de Malaisie », principal actionnaire du projet annule finalement en 2017 à cause de l'affaissement des prix du GNL (Radio-Canada, 2017, 25 juillet). L'ouvrage a finalement été annulé non pas pour des raisons sociales ou environnementales, mais simplement à cause des cours du marché de la ressource. Pourtant, au-delà des impacts sur la faune marine mentionnés dans cet essai il était prévu que les projets relatifs à l'exploitation du GNL dans la zone de Prince Rupert relâchent plus de 6,5 mégatonnes de gaz à effet de serre chaque année (Environnement et Changement climatique Canada, 2016a), pour devenir ainsi le plus gros émetteur de gaz à effet de serre au Canada (ACEE, 2016; Moulier, 2016, 28 septembre).

2.3 Cas 3 : Éoliennes en mer entre les îles d'Yeu et Noirmoutier (France)

Le projet de parc éolien en mer, produit les mêmes types de nuisances que les autres ouvrages, à savoir : une dégradation de la qualité de l'eau, une altération des habitats marins, une émission de bruit subaquatique nocive pour la faune marine, et une cumulation d'un ou plusieurs de ces effets avec d'autres projets. Toutefois, un impact supplémentaire est répertorié : la collision de l'avifaune avec les pales des éoliennes.

2.3.1 Le projet en bref

Le projet concerne l'implantation de 62 éoliennes en mer entre les îles vendéennes d'Yeu et de Noirmoutier (figure 2.6). L'électricité sera acheminée jusqu'à une station sur le continent (Figure 2.6). À ce jour, le promoteur a reçu les autorisations environnementales le 29 octobre 2018 pour construire le parc éolien par l'autorité compétente soit le Préfet de la Vendée (*Arrêt d'autorisation au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement relatif au projet de création d'un parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier*). L'ÉIE demandée à la société Éoliennes en mer Îles d'Yeu et de Noirmoutier (EMYN) a été réalisée par les bureaux d'étude Biotope, Quiet Oceans et Adera (BRL-ingénierie, 2018). Au total 7 mesures d'évitement, 15 mesures de réduction et 7 mesures de compensation ont été proposées dans l'ÉIE (BRL-ingénierie, 2018).

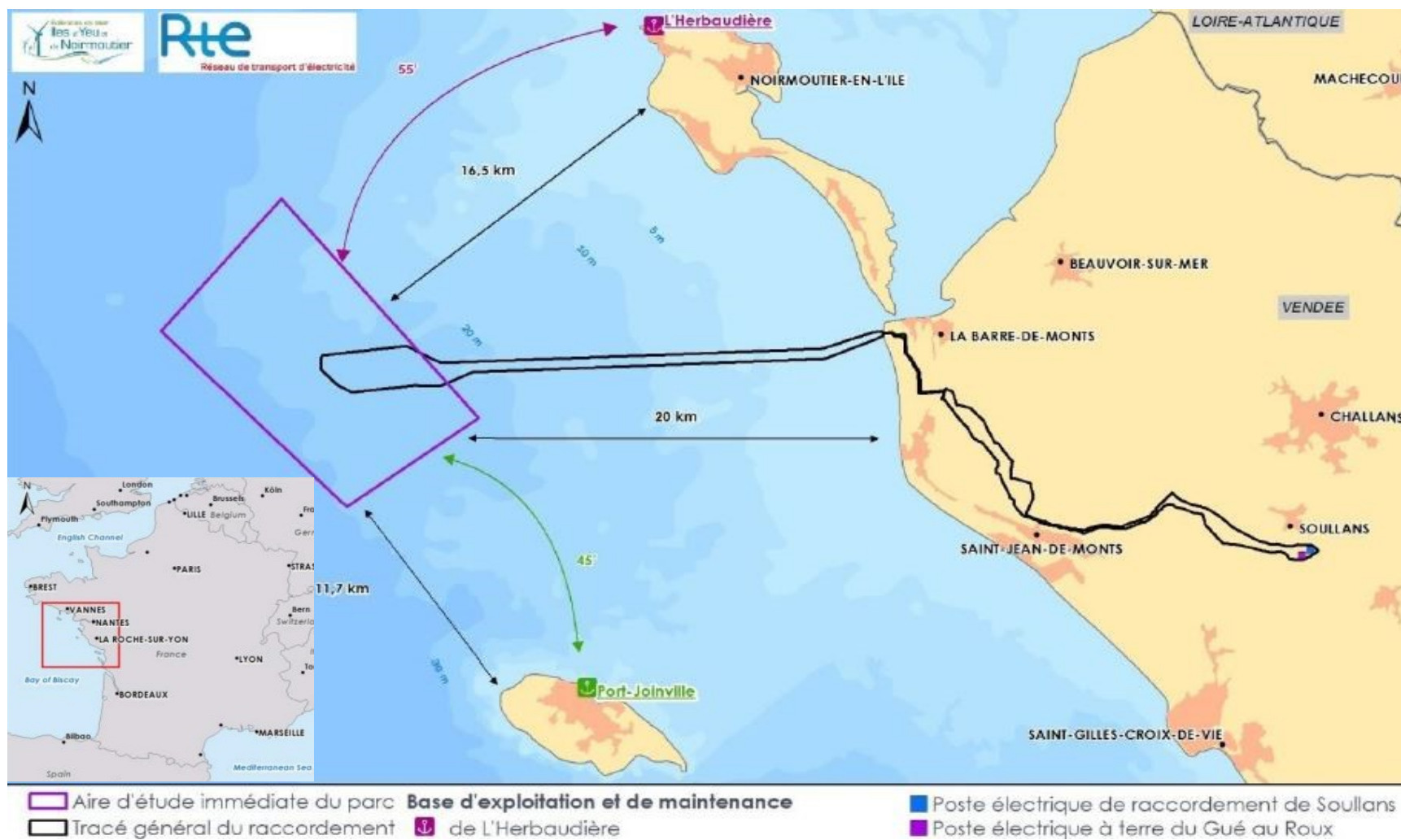


Figure 2.6 Emplacement du projet de parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier (inspiré de : BRL-ingénierie, 2018).

2.3.2 Qualité de l'eau

Le fait que l'eau de la zone du projet soit jugée par l'ÉIE « de bonne qualité » est un argument utilisé par le promoteur pour juger que l'enjeu « qualité des eaux » est faible (Conseil général de l'environnement et du développement durable [CGEDD], 2018). Cela reflète un manque de discernement dans l'ÉIE. L'enjeu est donc plutôt de conserver un état de bonne qualité des eaux et il pourrait être réévalué à la hausse dans l'ÉIE.

Concernant la mise en suspension de sédiments lors du câblage, du forage et du minage, il existe aussi des contradictions quant à l'effet sur la faune marine. Le promoteur juge que cet effet est faible, avec comme argumentation principale la dissipation rapide des sédiments par la houle et les courants (BRL-ingénierie, 2018). Cependant il n'y a pas eu suffisamment de simulations effectuées sur d'autres espèces sensibles comme les œufs et larves de morue (*Gadus morhua*) et de poissons plats (CGEDD, 2018). L'Agence environnementale qui fournit des avis pour toutes les ÉIE, a relevé cette lacune et recommande de mettre en place la séquence ERC pour limiter les impacts de la turbidité (CGEDD, 2018).

Pour ce qui concerne la toxicité des produits utilisés, le promoteur a changé de stratégie en remplaçant le type de protection des fondations des éoliennes contre la corrosion (CGEDD, 2018). Le premier système de protection prévu était susceptible de libérer du cadmium, un métal lourd capable de se retrouver dans la chaîne alimentaire (Olivier, 2015; CGEDD, 2018). La protection par courant interposé qui a finalement été choisie ne libère pas de métaux lourds d'après l'ÉIE (CGEDD, 2018).

Pour la caractérisation des risques de déversement d'hydrocarbures dus aux trafics maritimes, l'ÉIE gagnerait en crédibilité si elle était davantage quantitative (CGEDD, 2018). Pour le moment, le promoteur s'appuie simplement sur le fait que la probabilité est faible, et que l'évaporation d'une éventuelle nappe d'hydrocarbure serait rapide (BRL-ingénierie, 2018). Les données présentées dans l'ÉIE devraient par exemple être chiffrées avec le détail des composants polluants et des simulations sur les dangers associés (CGEDD, 2018). Les nombreuses marées noires ayant déjà eu lieu ces dernières décennies sur la façade atlantique française (figure 2.7) devraient aider à fournir ces informations et devraient sensibiliser le promoteur à prendre au sérieux ce type d'accident.



Figure 2.7 Cartes des principales marées noires au large de la façade atlantique française (tiré de : Auffret, 2019, 15 mars).

2.3.3 Perte et altération de l'habitat

Au total, 253 espèces marines ont été répertoriées à proximité des substrats rocheux lors des inventaires de la zone du parc éolien (BRL-ingénierie, 2018; CGEDD, 2018). Parmi elles, 49 espèces sont répertoriées comme étant « déterminantes » (CGEDD, 2018). Cela signifie que ces espèces sont rares ou en danger et peuvent faire l'objet de réglementations européennes ou internationales (Harin et Barrillé, 2014). À ce jour, seules deux de ces 49 espèces sont considérées comme menacées : le mollusque *Atrina fragilis* et le poulpe *Octopus vulgaris* (CGEDD, 2018).

Concernant les tortues, la tortue Luth (*Dermochelys coriacea*) est une espèce vulnérable classée sur la liste rouge de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN) (Wallace, Tiwari et Girondot, 2013) et qui fréquente la zone (CGEDD, 2018). Même si les données sont extrêmement rares, le principe

de précaution devrait être appliqué pour cette espèce. D'ailleurs dans une demande de dérogation au régime de protection d'espèces réclamé par le promoteur, le Conseil national de la protection de la nature (CNPN) s'interroge sur le fait que la demande n'intègre pas la tortue Luth (Conseil national de la protection de la nature [CNPN], 2018). L'effet du projet sur cette espèce n'a pas été suffisamment intégré dans l'ÉE.

La pause de câblage et l'implantation des éoliennes vont détruire directement la faune benthique non mobile sur de grandes superficies (CGEDD, 2018). Pour ce qui est du câblage, cette surface représente moins de 1 % de l'étendue du parc et une recolonisation rapide des organismes benthique est attendue (CGEDD, 2018). En effet, il est souvent observé un « effet récif » sur ce type de structure (BRL-ingénierie, 2018). C'est-à-dire que l'enrochement prévu sur les câbles crée de nouvelles surfaces de colonisation et d'abris pour la faune (BRL-ingénierie, 2018). Une mesure de réduction de l'effet est d'opter pour des câbles de plus grandes capacités (66 kilovolts au lieu de 33 kilovolts) afin d'utiliser moins de câbles et donc de limiter les superficies d'empiètement des structures (BRL-ingénierie, 2018). Un effet de réserve pour la ressource halieutique est aussi attendu du fait que certaines zones ne seront plus accessibles à la pêche (BRL-ingénierie, 2018). Le promoteur s'engage également à éviter toutes constructions sur l'emplacement des épaves (BRL-ingénierie, 2018). Même si c'est davantage pour des raisons de préservation du patrimoine, les épaves sont des structures connues pour abriter la faune marine (Mallefet et al., 2008).

Concernant les oiseaux marins, un « effet barrière » est possible pour cinq espèces : le guillemot de Troïl (*Uria aalge*), le fou de Bassan (*Morus bassanus*), l'océanite tempête (*Hydrobates pelagicus*), le puffin des Baléares (*Puffinus mauretanicus*) et le plongeon imbrin (*Gavia immer*) (BRL-ingénierie, 2018). Ces oiseaux sont alors obligés de contourner les grandes structures, augmentant la dépense énergétique pour effectuer leurs déplacements (BRL-ingénierie, 2018). L'argument du promoteur justifiant que cet effet barrière est négligeable pour les espèces d'oiseaux marins manque de preuves (CGEDD, 2018). En effet, le promoteur exprime que la quantité d'énergie dépensée pour contourner la structure est inférieure à 2 % des réserves de graisse, sans expliquer davantage cette valeur (CGEDD, 2018). L'ÉE propose comme mesure de réduction de garantir un espacement suffisant entre les lignes d'éoliennes pour que les oiseaux circulent (BRL-ingénierie, 2018). Cela limiterait l'effet barrière (EMYN, 2017). Les mesures de réduction proposées sont plus des mesures de bon sens que de réelles mesures de réduction d'après la CNPN (CNPN, 2018).

Le puffin des Baléares est l'oiseau marin le plus menacé d'Europe (CNPN, 2018) et est « en danger critique d'extinction » d'après la liste rouge de l'UICN (BirdLife International, 2018). Il ne resterait que 19 000 individus matures (BirdLife International, 2018). Paradoxalement, la zone du projet et de ses environs abritait près de 90 % des effectifs estivaux mondiaux entre les années 1980-90 (CNPN, 2018). Bien que, depuis, l'espèce se soit déplacée un peu plus au nord (CNPN, 2018), il n'est pas improbable qu'elle revienne dans la région. Le promoteur n'a pas demandé de dérogation pour cette espèce ni mis en place une séquence ERC spécifique.

2.3.4 Nuisances sonores

Les nombreux inventaires réalisés pour l'ÉIE ont relevé une forte présence de mammifères marins, soit 870 observations (CGEDD, 2018). Principalement des dauphins communs (*Delphinus delphis*), des grands dauphins (*Tursiops truncatus*) et des marsouins communs, mais aussi deux petits rorquals (*Balaenoptera acutorostrata*) et un phoque gris (*Halichoerus grypus*). Des préoccupations sont soulevées quant aux nuisances sonores et des simulations acoustiques ont donc été réalisées (BRL-ingénierie, 2018; CGEDD, 2018). Le promoteur reconnaît que des effets négatifs, voire létaux, sont aussi possibles pour des poissons à vessie natatoire, les céphalopodes, les larves et les œufs (CGEDD, 2018; BRL-ingénierie, 2018). Il reconnaît aussi que certains poissons et céphalopodes devront donc trouver un autre site de fraie (BRL ingénierie, 2018).

Pour le projet du Saguenay, il a été vu que les mammifères marins pouvaient changer de comportement à partir de 120 dB, or le bruit attendu des navires de maintenance du parc éolien est de 190 dB (CGEDD, 2018). Il est possible de voir sur la figure 2.8 que le fonctionnement d'une éolienne se trouve à la limite du seuil de 120 dB et que les bateaux dépassent cette limite. Il apparaît aussi que certains mammifères marins utilisent des sonorités à basse fréquence entre 140 et 180 dB (figure 2.8).

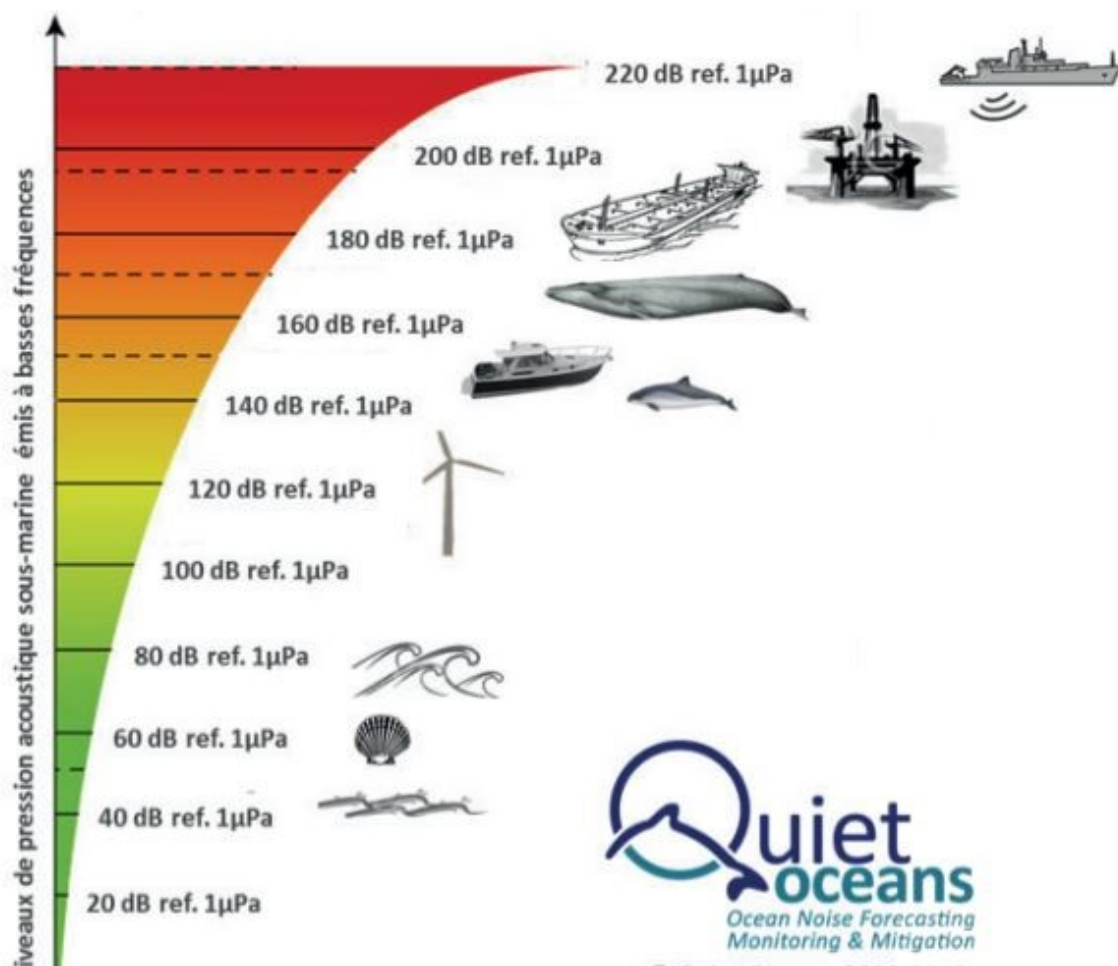


Figure 2.8 Échelle des niveaux de bruits sous-marins, émis à un mètre dans une bande basse fréquence
(tiré de : Quiet-Oceans et Éoliennes en mer Iles d'Yeu et de Noirmoutier [EMYN], 2015).

Pour le marsouin, le seuil de dommage physique est dépassé à moins de 40 mètres du lieu de forage et le seuil de perturbation comportementale à moins de 70 mètres de ce lieu (CGEDD, 2018). Les données de perturbation comportementale pour les autres espèces que le marsouin ne sont pas disponibles. Le principe de précaution aurait pu s'appliquer quand des données de ce type ne sont pas accessibles. Le CNPN s'interroge sur le fait que la demande de dérogation du promoteur concernant certaines espèces impactées par le projet ne concerne pas les mammifères marins comme le marsouin (CNPN, 2018). Cet institut critique la méthodologie des tests de l'ambiance sonore. Le promoteur a en effet utilisé des durées d'exposition lors des simulations de seulement une seconde, alors que l'exposition aux bruits de forage dure des heures (CNPN, 2018). Cela donne des résultats erronés comme des distances critiques faibles, et des nombres d'animaux pouvant être influencés par le bruit presque nuls (CNPN, 2018). Par exemple, le passage à un critère exprimé en exposition cumulée sur une heure au lieu d'une seconde fait passer la

distance du rayon de risque de lésion physique à 560 m au lieu de 8 m (CNPN, 2018). De même, sur les quatre hydrophones utilisés pour mesurer l'intensité des bruits sous-marins, un seul a fonctionné normalement et sans panne technique durant 8 mois (CNPN, 2018). L'ensemble de ces éléments amène le CNPN à penser que l'effet acoustique sur les mammifères marins est un des impacts sous-évalués du projet (CNPN, 2018).

L'Agence environnementale est, elle, plus nuancée dans ses critiques. Elle souligne la qualité des études tout en remarquant que la prévention du risque acoustique manque parfois d'exhaustivité : le bruit à 750 mètres des navires n'est pas modélisé; les simulations sonores ne prennent pas en compte les variables météorologiques comme la houle et les courants; l'effet du bruit sur la faune benthique est jugé faible sans justification vérifiable; il manque des données concernant les céphalopodes; les impacts sur les oiseaux plongeurs devraient être plus explicites (CGEDD, 2018). Malgré ces remarques cette agence donne un avis favorable au projet (CGEDD, 2018).

Des mesures de réduction sont prévues dans l'ÉIE pour les effets du bruit aquatique comme effectuer des forages simultanés de deux fondations en même temps afin de réduire le temps de dérangement (BRL-ingénierie, 2018; EMYN, 2017). Un suivi acoustique et visuel en temps réel sera aussi déployé afin de s'assurer de l'absence de mammifères marins à moins de 200 m des points de forage (EMYN, 2017). Pour ce faire, une mesure de réduction proposée est d'utiliser des caméras thermiques avec des drones pour repérer les mammifères marins lorsque la visibilité ne permet pas la présence d'un observateur humain (EMYN, 2017). Il est à noter qu'après une observation, les travaux reprennent après 10 minutes sans nouvelle observation (EMYN, 2017).

2.3.5 Collisions

Les risques de collision de la faune aviaire avec les pâles des éoliennes sont assez bien documentés (Larsen et Guillemette, 2007; Masden et cook, 2016). Or l'inventaire réalisé lors de l'étude d'impact a répertorié 58 espèces d'oiseaux marins (BRL-ingénierie, 2018). L'impact a ainsi été évalué de moyen à fort pour le goéland marin (*Larus marinus*) (BRL-ingénierie, 2018). Il faut prendre en compte que les inventaires se sont faits par météo clémente, alors que les tempêtes (fréquentes dans la région) rapprochent les oiseaux des côtes et donc du parc éolien (CNPN, 2018). Cela pourrait conduire à une sous-estimation du nombre d'espèces et d'individus potentiellement susceptibles d'être frappés par les éoliennes.

2.3.6 Effets cumulatifs

L'ÉIE s'est intéressée aux impacts cumulatifs de ce parc éolien avec celui initié au large de Saint Nazaire situé plus au nord (BRL-ingénierie, 2018). L'analyse des effets cumulatifs a également inclus des projets de dragage et d'immersion de sédiments, d'exploitation de granulats, et de construction de digue (BRL-ingénierie, 2018). Ainsi les effets cumulatifs des contaminations dues à des pollutions accidentelles, de la mise en suspension des sédiments, de la destruction d'habitats benthiques, des nuisances sonores aquatiques et des impacts sur l'avifaune ont été identifiés (BRL-ingénierie, 2018). Ce sont surtout les impacts cumulés sur le goéland marin qui sont soulevés dans l'ÉIE. Les estimations de collisions pour cette espèce pour le parc éolien de Noirmoutier sont d'une centaine d'individus chaque année (BRL-ingénierie, 2018).

Cinq autres parcs éoliens en mer sont en cours d'élaboration sur le littoral atlantique français (Denuit, 2018, 20 juin). Or les mammifères marins et les oiseaux migrateurs sont connus pour avoir des domaines vitaux très grands : c'est le cas par exemple du puffin des Baléares (figure 2.9). L'impact cumulé avec les parcs éoliens autres que celui de Saint-Nazaire pourrait être susceptible de nuire à cette espèce en danger critique d'extinction. L'analyse des impacts cumulatifs aurait pu inclure tous les projets de parcs éoliens en mer.

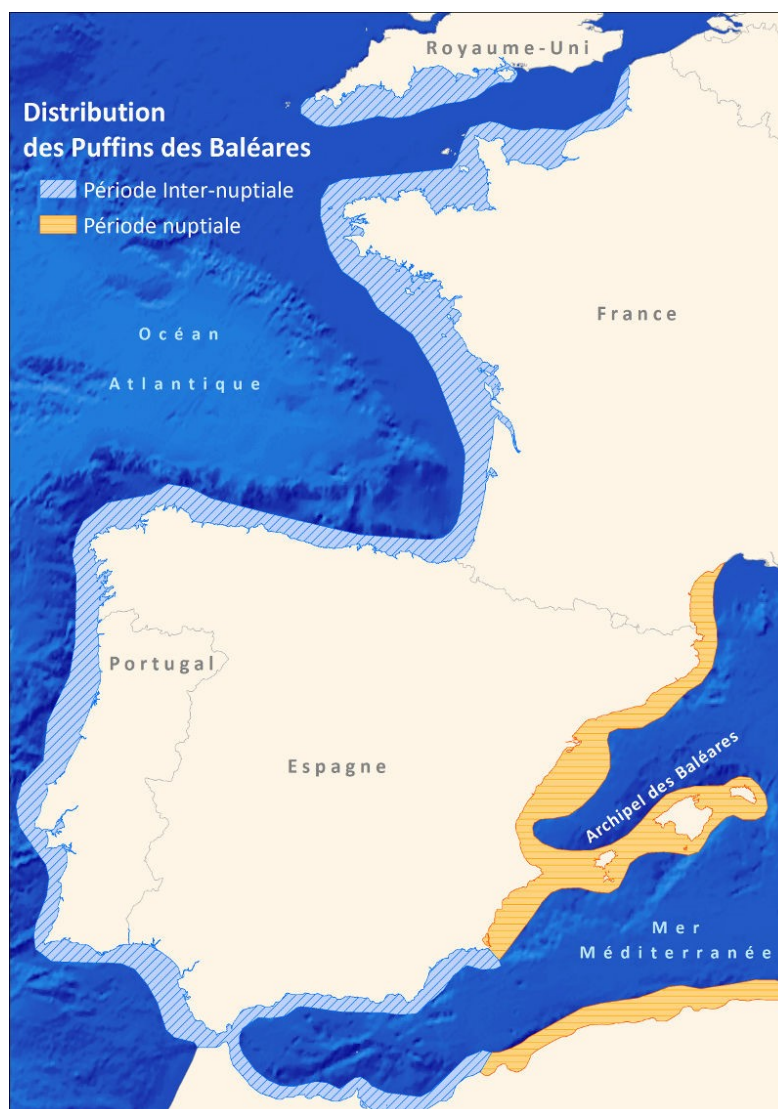


Figure 2.9 Distribution des puffins des Baléares en période nuptiale ou inter-nuptiale sur littoral méditerranéen et atlantique (tiré de : Ligue pour la Protection des Oiseaux [LPO], 2016).

2.3.7 Bilan

Compte tenu de l'urgence climatique du 21^e siècle, le gouvernement français s'est engagé envers l'Europe et ses citoyens à détenir un minimum de 23 % d'énergie renouvelable avant 2020, et un minimum de 32 % d'ici 2030 (CGEDD, 2018). Or, les processus d'ÉIE des différents parcs éoliens sont complexes, car il faut connaître toutes les composantes environnementales, réaliser des simulations pointilleuses et pouvoir anticiper les accidents. Les objectifs ambitieux du gouvernement se traduisent dans cette ÉIE par quelques précipitations qui sont sans doute responsables des lacunes observées pour préserver la biologie marine.

Malgré ces lacunes, ce type d'ouvrage fait naître des initiatives pour améliorer l'état des connaissances qui n'auraient pas forcément vu le jour autrement. Ainsi un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) a été créé par le promoteur dans le but d'améliorer la compréhension du milieu marin (EMYN, 2018). Ce GIS est mis en place en partenariat avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire, et fait notamment intervenir le milieu universitaire de la ville de Nantes (M. Carette, conversation, 14 mars 2019).

2.4 Cas 4 : Extension du port de la Guadeloupe (France - Caraïbe)

Cette étude de cas correspond à l'aménagement d'un port, et les nuisances sont donc similaires aux projets portuaires canadiens étudiés. Le sous-chapitre est structuré de la même façon que les études de cas précédentes. La différence majeure est que ce sont des écosystèmes tropicaux qui sont affectés par l'extension du port de la Guadeloupe.

2.4.1 Le projet en bref

Ce projet consiste à réaliser une extension du Port de la Guadeloupe sur le site Jarry dans la baie de Pointe-à-Pitre (Egis eau, 2013). Le promoteur est le Grand Port Maritime de la Guadeloupe (GPMG), un établissement public de l'État (CGEDD, 2013). Cette extension portuaire a pour but d'accueillir le nombre croissant de grands porte-conteneurs transitant dans les Caraïbes dû à la proximité du canal de Panama et de son élargissement en 2015 (Grontmij, 2015). Le promoteur du projet portuaire souhaite s'y adapter en améliorant l'attractivité du site (Egis eau, 2013; Grontmij, 2015). Un autre objectif associé est de faciliter l'approvisionnement des habitants des îles de la Guadeloupe en produits extérieurs (Egis eau, 2013). Pour accueillir les grands porte-conteneurs, les travaux souhaités par le promoteur sont de creuser un chenal plus imposant par des activités de dragage (figure 2.10) (Egis eau, 2013). Dans un second temps, les quais du port existant seront ensuite agrandis par un terre-plein (figure 2.10) (Egis eau, 2013). Les demandes d'autorisations ont été acceptées (*Arrêté du 16 Juillet 2014 portant autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement concernant les travaux de la tranche n°1 de l'opération grand projet de port du Grand Port Maritime de la Guadeloupe*; CGEDD, 2015) et les travaux de dragage ont été finalisés en 2016 (Egis, 2018). L'étude d'impact a été réalisée en 2013 grâce aux bureaux d'études Egis eau, Impact-Mer, Pareto et Egis France (Egis eau, 2013).



Figure 2.10 Localisation du projet du Grand Port Maritime de la Guadeloupe (GPMG) (tiré de : Egis eau, 2013).

2.4.2 Qualité de l'eau

Au moment où l'ÉIE a été réalisée, plusieurs impacts étaient attendus au niveau de la qualité de l'eau, notamment à cause de la mise en suspension de très grandes quantités de sédiments lors du dragage et de l'immersion des sédiments au large (Egis eau, 2013). Les MES relarguées peuvent contenir des polluants jusqu'alors prisonniers du sédiment (CGEDD, 2013). Le promoteur a donc réalisé 59 échantillons des sédiments dans le port dans lesquels des métaux lourds tels que le cuivre et l'arsenic ont été décelés au-dessus des seuils autorisés pour être rejetés (CGEDD, 2013). Il est à noter que l'arsenic pénètre dans les chaînes trophiques animales (Olivier, 2015). La simple augmentation de turbidité, même lorsque celle-ci n'implique pas de remise en suspension d'éléments toxiques, peut aussi modifier les comportements de la faune marine voire être létale pour certains organismes (CGEDD, 2013; Egis eau, 2013; Wilber et Clarke, 2001). C'est le cas du corail, dont la concentration létale de MES est de 10 mg/L (CGEDD, 2013). Les conditions actuelles de la zone sont entre 3 et 5 mg/L mais peuvent monter à 15 mg/L d'après l'étude d'impact. Le promoteur souhaite donc mettre en place un barrage anti-MES lors de la construction du terre-plein (Egis eau, 2013).

Malgré cela, un grand nombre de lacunes est identifiable dans l'étude d'impact. Tout d'abord, l'effet des sédiments contaminés et relargués au large sur la faune marine n'apparaît pas clairement dans l'ÉIE (CGEDD, 2013; Egis eau, 2013). De la même façon, les échantillons n'ont pas été relevés convenablement, puisque 53 ont été prélevés à la surface du sédiment pour seulement 6 en profondeur. La majorité des sédiments rejetés en mer ne sont pourtant pas dragués seulement en surface (Egis eau, 2013; CGEDD, 2013). Les polluants présents dans les sédiments destinés à être relargués mécaniquement au large devraient, d'après l'Agence environnementale, être quantifiés en amont (CGEDD, 2013). Une autre source d'inquiétude concerne la difficulté à prédire la dispersion des sédiments relargués en mer. Cette difficulté est liée à la complexité des phénomènes physiques comme la température de l'eau et les courants marins (figure 2.11). Si les sédiments sont trop fins, ils risquent d'être ramenés près du rivage et de nuire aux écosystèmes côtiers puisqu'une dispersion sur 65 km² est possible (CGEDD, 2013).

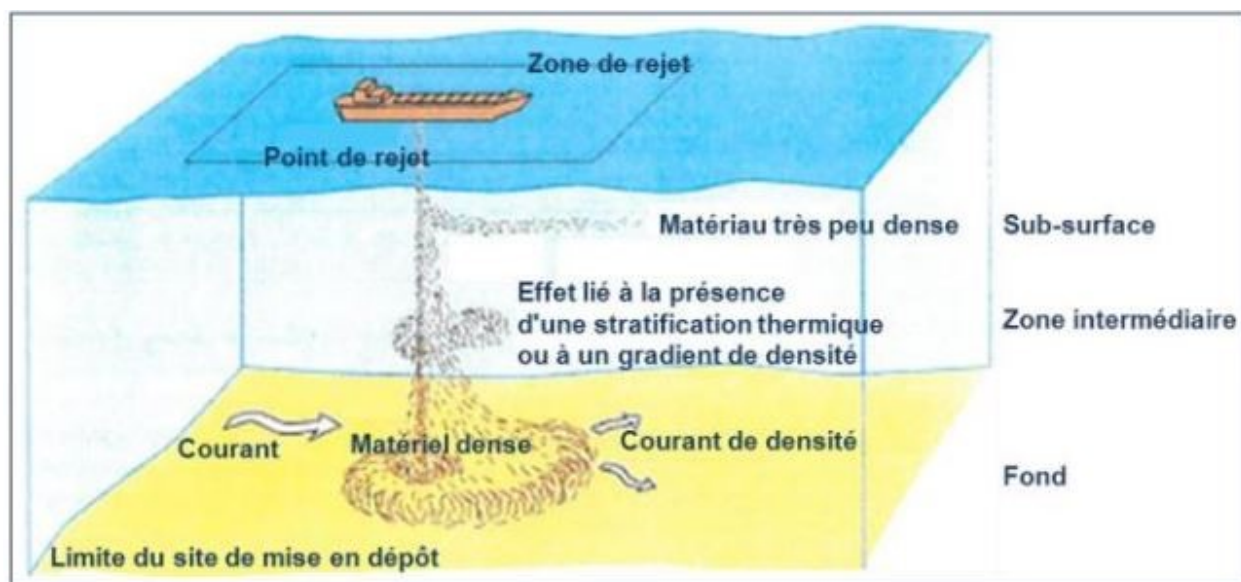


Figure 2.11 Modélisation de la dispersion des sédiments relargués à 200 mètres de profondeur au large de la baie de Pointe-à-Pitre (tiré de : Egis eau, 2013).

Une autre critique est que le barrage anti-MES ne sera mis en place vraisemblablement que pour le comblement du terre-plein et non pour le dragage (CGEDD, 2013). Ce dispositif de barrage n'est pas suffisamment expliqué dans l'ÉIE et il n'est pas possible de connaître la taille des mailles des filtres par exemple (CGEDD, 2013). Pour les MES produits par les activités de dragage, l'Agence environnementale recommande de revoir la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) puisque les mesures prises pour atténuer l'impact des MES sont insuffisantes (CGEDD, 2013). Enfin, le promoteur signale dans l'ÉIE que des études géotechniques ont prouvé que 100 % des besoins en matériaux pour le remblaiement pourront provenir des travaux du chenal (Egis eau, 2013; CGEDD, 2013). Cependant, l'étude d'impact montre que les ouvriers ne vont utiliser qu'une petite partie des matériaux du chenal. En effet, sur les 7 000 000 de m³ de sédiments dragués, seulement 600 000 seront réutilisés (CGEDD, 2013). La partie non utilisée dans la construction du terre-plein sera immergée au large de la baie de Pointe-à-Pitre sans que le promoteur justifie ce choix (CGEDD, 2013).

2.4.3 Perte et altération de l'habitat

S'il y a trois écosystèmes marins à retenir au regard de leur importance écologique sur la planète, ce sont bien les récifs coralliens, les mangroves et les herbiers marins (Graham et Nash, 2013; Hooper et al., 2016;

Lee et al., 2014; Macreadie et al., 2015). Or, le projet d'agrandissement du port risque d'avoir des impacts sur ces trois biomes.

En effet, de grandes superficies d'herbiers marins et de coraux seront directement détruites lors des travaux (Egis eau, 2013). Si l'importance des herbiers a déjà été expliquée dans cet essai (projet de terminal maritime au Saguenay), les coraux sont un point chaud de biodiversité marine, car ils fournissent de nombreux habitats par leur structure tridimensionnelle (Graham et Nash, 2013). Les superficies d'habitats détruits ne sont pas bien maîtrisées par le promoteur, ce qui signifie qu'il n'anticipe pas bien les effets du dragage, ou que les inventaires biologiques ne sont pas précis. En effet le promoteur hésite entre deux scénarios : soit deux hectares de récifs coralliens et un hectare d'herbiers détruits, ou un hectare de récifs coralliens et 0,77 d'herbiers détruits (CGEDD, 2013). Au stade de l'étude d'impact, le promoteur devrait être plus sûr des superficies impactées.

Les mangroves font aussi partie des habitats présentant le plus de services écosystémiques : elles constituent une zone tampon qui protège les habitants des tempêtes, filtrent les contaminants en permettant de réduire la pollution du milieu et constituent un habitat pour de nombreuses espèces marines (Kathiresan et Rajendran, 2005; Vo, Kuenzer, Vo, Moder et Oppelt, 2012; Lee et al., 2014). Cependant, le promoteur n'arrive pas à déterminer si la mise en suspension de sédiment risque d'avoir un effet positif ou négatif (Egis eau, 2013). Il émet en effet l'hypothèse que la remise en suspension de matière organique risque soit de favoriser la croissance des palétuviers, soit au contraire, de les asphyxier (Egis eau, 2013). À la vue de cette grande incertitude, le principe de précaution aurait pu s'appliquer ici.

L'ÉIE juge qu'il est peu probable que des tortues marines soient impactées par le projet, car il y a peu d'aires d'alimentation qui seront détruites (Egis eau, 2013). Cela semble contradictoire, car les herbiers marins sont justement un lieu préférentiel pour certaines tortues, comme pour l'alimentation de la tortue verte (*Chelonia mydas*) (Grontmij, 2015, Heithaus et al., 2014). Cinq espèces de tortues marines sont d'ailleurs présentes dans la zone du projet, dont trois pondent en Guadeloupe : la tortue imbriquée (*Eretmochelys imbricata*), la tortue verte et la tortue luth (Grontmij, 2015).

Le promoteur n'utilise pas de mesures d'évitement ou de réduction viables pour contrer ces effets de destruction d'habitats marins. Il mise surtout sur les mesures de compensation dans son ÉIE (Egis eau, 2013). Pour justifier son projet d'agrandissement envers le grand public, le promoteur se réfère fièrement aux mesures de compensation qu'il souhaite mettre en place : « 4 150 colonies de coraux transplantés, 13

000 m² d'herbiers recréés, replantation et protection de nouvelles zones de mangroves, création d'un sentier sous-marin, culture de larves de poissons et de gamètes de coraux » (Guadeloupe Port Caraïbes, s. d.). Les mesures compensatoires sont souvent attrayantes, car elles présentent des innovations technologiques et sont génératrices d'emplois (Chipeaux, Pinault, Pascal et Pioch, 2016). Cependant ces mesures doivent être utilisées avec modération puisqu'elles montrent peu d'efficacité à retrouver une équivalence écologique et n'atteignent donc que rarement la totalité des objectifs fixés (Chipeaux et al., 2016; Jacob, 2017). Pour les milieux aquatiques, des écologues constatent par exemple qu'on ne peut qu'au mieux restaurer 75% des écosystèmes perdus (Pinault, Pioch et Pascal., 2017). D'après la même source « la meilleure des compensations écologiques est celle qui n'a pas lieu d'être » (Pinault et al., 2017).

Le promoteur soulève aussi, et à raison, l'augmentation du risque d'implantation d'espèces invasives (Egis eau, 2013). Effectivement, les eaux de ballasts et les coques des navires sont connues pour transporter ces espèces, c'est même la principale cause d'implantation d'espèces envahissantes en mer, avant l'aquaculture (Giraud, 2016, 16 novembre). Plus de la moitié des espèces marines envahissantes est transportée de cette façon (Giraud, 2016, 16 novembre). La non mise en place de la séquence ERC concernant ce domaine est donc critiquable, surtout que les bateaux qui traversent le canal de Panama transitent entre le Pacifique et l'Atlantique, deux océans à la biodiversité marine différente (C. Nozais, notes du cours BIO27700, octobre 2015).

2.4.4 Nuisances sonores

Le niveau de bruit des travaux a été modélisé. Le bruit des porte-conteneurs est estimé à 190 dB et pour certains travaux, ce bruit est supérieur à 206 dB, ce qui correspond au seuil léthal pour les poissons (Egis eau, 2013). Le promoteur rappelle aussi qu'à partir de 230 dB, les mammifères marins perdent l'audition, qu'au-dessus de 180 dB, ils courent un danger physique et qu'au-dessus de 160 dB une modification de comportement est visible (Egis eau, 2013). Lorsqu'elles font face à des bruits de plus de 175 dB, les tortues ont un comportement incohérent, augmentant les risques de collisions avec les bateaux (Egis eau, 2013). Le promoteur estime que toutes ces espèces vont soit fuir, soit subir les dommages de ces bruits, ce qui peut notamment engendrer une baisse de la reproduction, de la lactation et de la résistance aux maladies (Egis eau, 2013). Il est important de noter que les baleines à bosse et les grands dauphins viennent annuellement dans les eaux guadeloupéennes pour leur reproduction (CGEDD, 2015).

Quelques mesures d'évitement ont été identifiées. Le choix de ne pas utiliser d'explosif pour le déroctage en fait partie (Egis eau, 2013). Par ailleurs, si un mammifère marin est observé proche de la zone des travaux, la drague dévierait son trajet pour rester à 300 mètres de l'animal. Si celui-ci se trouve à moins de 100 mètres, le fonctionnement des hélices sera interrompu (Egis eau, 2013). Le choix de continuer les travaux alors qu'un mammifère marin est observé près de la zone est critiquable. Il est difficilement imaginable qu'une drague puisse s'adapter aux déplacements d'un mammifère marin, qui reste la majorité du temps en apnée, et qui peut se déplacer bien plus aisément que l'embarcation. La façon de travailler de l'observateur n'est pas suffisamment expliquée et sa présence est décrite au conditionnel (Egis eau, 2013). L'Agence environnementale recommande de préciser davantage les mesures d'évitement, de réduction et de compensation concernant les nuisances sonores infligées à la faune marine (CGEDD, 2013). Aucune technique de réduction du bruit n'est par exemple proposée, alors que le promoteur informe que des techniques existent et peuvent être mises en œuvre (CGEDD, 2013; Egis eau, 2013). Les mesures ne prévoient rien non plus en matière de suivi du bruit (CGEDD, 2013).

2.4.5 Effets cumulatifs

D'après l'ÉIE, aucun effet cumulatif n'est attendu (Egis eau, 2013). Les communications avec la Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement ont confirmé par téléphone qu'il n'y aurait pas d'effets cumulés (Egis eau, 2013). L'Agence environnementale ne semble pas en désaccord avec cette observation car les autres grands projets de ce type sont trop éloignés de la Guadeloupe (Martinique, Jamaïque) (CGEDD, 2013). Cependant, l'avis de l'Agence environnementale reste plus nuancé puisqu'elle s'est occupée d'un ouvrage similaire d'extensions portuaire à Pointe-des-Grives, en Martinique (CGEDD, 2013). Elle s'inquiète de la floraison de ce type de projet portuaire dans les Caraïbes (CGEDD, 2013). Elle semble sous-entendre que chacun des ports veut être compétitif afin d'attirer les bateaux transitant par le canal de Panama, mais que cette compétition risque d'être néfaste au niveau environnemental. C'est, notamment, la raison pour laquelle l'Agence environnementale aimerait une justification socio-économique plus crédible du projet en Guadeloupe (CGEDD, 2013). Ce dernier ne semble pas indispensable au vu des grands ports existants déjà dans les Caraïbes.

2.4.6 Bilan

17 millions d'euros ont été dépensés pour la prise en compte de l'environnement dans ce projet (Guadeloupe Port Caraïbes, s. d.). Des modélisations, échantillonnages et mesures ERC ont été effectués et l'Agence environnementale trouve l'étude d'impact « globalement satisfaisante » (CGEDD, 2013). Cependant, l'application de la séquence ERC est lacunaire, notamment en ce qui a trait aux nuisances sonores. De plus en plus d'échouages de mammifères marins sont répertoriés et le transport maritime est mis en cause (CGEDD 2013). L'acceptation de relarguer en mer presque 90 % des grandes quantités de sédiments dragués, dont une partie est contaminée, est critiquable. En effet l'augmentation de la turbidité a des impacts sur la faune marine et il est difficile d'anticiper avec certitude le déplacement de ces MES. Une réintroduction du lamantin antillais (*Trichechus manatus manatus*), et la création d'un sanctuaire pour protéger les mammifères marins étaient en cours d'élaboration à l'époque de l'ÉIE (CGEDD, 2013). L'étude d'impact aurait dû parler davantage de la façon d'inclure le projet portuaire avec ces deux initiatives de conservation qui ont depuis vu le jour (AGOA, s. d.; MTES, 2017b).

Le projet prévu initialement d'un seul bloc, a finalement été divisé en deux parties 2014-2016 et 2018-2020 (Egis, 2018). Il existe aussi deux « projets stratégiques » du Grand Port Maritime de Guadeloupe pour des périodes différentes (2014-2018 et 2019-2023) qui incluent également des évaluations environnementales et des avis produits (Egis eau, 2013; CGEDD 2013; Grontmij, 2015; CGEDD 2015; Caraïbes Environnement Développement, 2019). Ce grand nombre d'études ajoute une lourdeur administrative, qui a peut-être nui à la gestion des risques environnementaux.

3. ANALYSE MULTICRITÈRE POUR CIBLER LES LACUNES DES ÉTUDES D'IMPACT EN MER

Grâce aux analyses de cas du chapitre 2, il est maintenant possible d'identifier les principaux critères qui font qu'une ÉIE permet de lutter efficacement contre la perte de biodiversité marine. La première partie de ce chapitre 3 répertorie ces critères et explique comment l'analyse est construite. La deuxième partie présente la justification de la cotation des critères. Les résultats de l'analyse multicritère sont présentés dans la troisième et dernière partie du présent chapitre.

3.1 Méthodologie de l'analyse multicritère

Les critères choisis dans la présente analyse correspondent aux éléments de l'ÉIE qui semblent avoir le plus d'incidence pour limiter la perte de biodiversité marine. Ce choix de cinq critères (tableau 3.1) provient de l'analyse des études de cas du chapitre précédent. La capacité de chacun de ces critères à limiter la perte de biodiversité marine est différente, c'est pourquoi une pondération a été attribuée pour chacun d'eux (tableau 3.1). Voici ces cinq critères et la justification de leur pondération.

- La qualité des mesures d'évitement.

Ces mesures sont aussi appelées « variantes de projet », ou « solution de rechange » suivant les ÉIE analysées (BRL-ingénierie, 2018; Egis eau, 2013; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). Une des meilleures façons d'éviter un impact réside sans doute dans le choix même de l'emplacement du projet. Par exemple, éviter de construire une infrastructure sur un habitat faunique dont l'emplacement présentait pourtant des avantages techniques est une mesure d'évitement nécessaire. Ces mesures doivent être priorisées par rapport aux mesures d'atténuation et de compensation, c'est pourquoi ce critère a reçu une pondération de 20 % (tableau 3.1).

- La qualité des mesures de réduction.

Ces mesures ne devraient intervenir que lorsque toutes les mesures d'évitement possibles ont été mises en place. Elles font souvent intervenir de la technologie afin de limiter un effet. C'est par exemple le cas des barrages à sédiments ou de l'arrêt des opérations lors du passage d'un mammifère marin proche du chantier (BRL-ingénierie, 2018; Egis eau, 2013; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). L'objectif est de laisser

le moins d'effets résiduels possibles sur la biodiversité marine. Ces mesures ont donc reçu la pondération de 15 % (tableau 3.1).

- La qualité des mesures de compensation.

Ce type de mesure n'est employé qu'en dernier recours, lorsque les impacts environnementaux n'ont pu être évités ou réduits. L'objectif est d'améliorer la qualité de l'environnement afin de contrebalancer les effets résiduels du projet (CGDD, 2013). Le peu de preuves de réussite de ces mesures ne permet pas une utilisation fiable (Pinault et al., 2017; Jacob, 2017). La pondération de ce critère quant à sa capacité à limiter la perte de biodiversité marine est donc la plus faible des cinq, soit 10 % (tableau 3.1).

- La qualité de la prise en compte des impacts cumulatifs.

La prise en compte des impacts cumulatifs permet de comprendre le véritable impact d'un projet sur la biodiversité marine. En effet elle inclut la combinaison des impacts de l'ouvrage avec ceux d'autres projets voisins, susceptibles de créer un nouvel impact négatif important. Un exemple ressorti des études de cas est l'augmentation du transport maritime : les bateaux d'un projet peuvent ne causer aucun impact significatif sur la biodiversité marine, mais un impact cumulatif peut être observé si cette augmentation du trafic maritime général dépasse le seuil de tolérance d'une population animale. La prise en compte des impacts cumulatifs contribue ainsi à une vision plus systémique des dégradations engendrées par le projet. En ce sens, une pondération de 20 % a été attribuée à ce critère (Tableau 3.1).

- La performance du cadre législatif de l'ÉE.

Ce critère a reçu la plus grande pondération, soit 35 % (tableau 3.1). L'ÉE ne peut être utile que si elle est réellement appliquée. Les quatre critères précédents dépendent en effet de ce dernier critère. Si les lois et règlements n'encadrent pas la réalisation des mesures d'évitement, d'atténuation, de compensation et l'analyse des effets cumulés, alors l'ÉE n'a pas de pouvoir contraignant. Seul un cadre législatif performant peut astreindre le promoteur à limiter la perte de biodiversité marine pendant la durée de vie de son projet.

Tableau 3.1 Critères sélectionnés incluant leur pondération pour réaliser l'analyse multicritère

Critère choisi pour évaluer la capacité de l'ÉIE à limiter la perte de biodiversité marine	Pondération du critère en pourcentage	Poids correspondant sur 5
Qualité des mesures d'évitement	20 %	1
Qualité des mesures de réduction	15 %	0.75
Qualité des mesures de compensation	10 %	0.5
Qualité de la prise en compte des effets cumulatifs	20 %	1
Performance du cadre législatif	35 %	1.75

Chaque cotation d'un critère se fait par une note allant de 0 à 5. Par exemple, la cotation pour le premier critère (qualité des mesures d'évitement) se fait de la manière suivante :

0 : Les mesures d'évitement du projet sont absentes ou ne permettent en aucun cas de limiter la perte de biodiversité marine,

1 : Les mesures d'évitement du projet sont infimes ou médiocres, elles doivent être en quasi-totalité améliorées,

2 : Les mesures d'évitement du projet sont pour la plupart de mauvaise qualité et doivent en majorité être améliorées,

3 : Les mesures d'évitement sont de qualité moyenne et peuvent encore être améliorées,

4 : Les mesures d'évitement sont de bonne qualité, seule une petite partie peut être améliorée,

5 : Les mesures d'évitement sont parfaites et ne peuvent donc pas être améliorées pour limiter la perte de biodiversité marine.

Une fois les cotations attribuées, les calculs des scores finals se font dans un tableau Excel et sont présentés en toute fin de chapitre.

3.2 Attributions des cotations

Les critères sélectionnés sont notés par une note sur cinq pour chacun des projets. La justification des notes est présentée par un texte. Les points forts et les lacunes de chacun des critères sont ensuite résumés dans des tableaux à chaque fin de sous-chapitre.

3.2.1 Critère 1 : Qualité des mesures d'évitement

Concernant les analyses de variantes, le projet portuaire de Saguenay se démarque des trois autres ouvrages, ce qui se perçoit dans la cotation fournie au tableau 3.2. En effet son ÉIE est la seule à considérer de nombreux critères concernant la biologie marine pour choisir l'emplacement du site du projet (BRL-ingénierie, 2018; Egis eau, 2013; Standec, 2016; WSP et GCNN, 2016). Les critères environnementaux suivants ont justifié le choix de l'emplacement actuel du quai : l'empreinte écologique en termes de superficie occupée; la présence ou non d'herbier aquatique et de coraux d'eaux froides; la pente du littoral; la présence d'aires protégées; l'abondance et la diversité d'organismes dans trois couches de profondeurs (0-15 m, 15-30 m, 30-60 m) (WSP et GCNN, 2016). Des variantes concernant le type de quai ont aussi été proposées avec une analyse des impacts sur le milieu marin (WSP et GCNN, 2016). Les critères environnementaux utilisés pour ce choix de quai ont été les suivants : le besoin ou non de procéder à un dynamitage du fond marin; le nombre de pieux à forer dans le substrat; la superficie occupée sur le fond marin; le bruit sous-marin durant la construction (WSP et GCNN, 2016). Ces mesures semblent en adéquation avec la littérature scientifique. En effet le promoteur prend en compte que le bruit est nocif sur la biodiversité marine et doit être évité au maximum, et que les herbiers sont d'une grande importance écologique (abritent de nombreuses espèces, jouent le rôle de pouponnières et de zone de fraie, captent le CO², etc.) (IFREMER, 2010; Macreadie et al., 2015; WSP et GCNN, 2016). Des trois variantes de localisation, celle qui a finalement été choisie correspond à la variante qui a la plus faible superficie d'herbiers impactés (WSP et GCNN, 2016). Le promoteur s'intéresse aussi à la présence de coraux et d'éponges d'eau froide avec raison. En effet ces organismes ont une croissance très lente, une mauvaise résilience aux modifications environnementales, et leur structure est un habitat propice à un grand nombre d'espèces (Campbell et Simms, 2009; Sampaio et al., 2012; WSP et GCNN, 2016). Le MPO a d'ailleurs mis un plan d'action pour protéger ce type d'écosystème dans la Région des Maritimes (MPO, 2006) ce qui traduit une préoccupation canadienne envers ces organismes. Ce projet a donc reçu la meilleure cotation pour ce premier critère (tableau 3.2).

Par comparaison, l'analyse des variantes des autres projets (Colombie-Britannique et Guadeloupe) justifie leurs choix d'emplacements et de constructions presque uniquement par des critères technico-économiques (Egis eau, 2013; Standec, 2014). En Colombie-Britannique l'ÉIE propose 20 variantes d'emplacements du site, dont cinq variantes détaillées, et neuf variantes concernant le lieu d'immersion des sédiments (Standec, 2014). Malgré ces nombreuses variantes analysées, seuls deux critères concernant la biologie marine sont évoqués, soit la présence d'une zone importante pour le sébaste et pour les oiseaux marins (Standec, 2014). Contrairement au projet de Saguenay au Québec, l'analyse de variantes en Colombie-Britannique n'a pas permis d'identifier une zone suffisamment profonde pour ne pas procéder à des activités de dragage aux coûts environnementaux importants (augmentation des MES, nuisances acoustiques, empiètement d'habitats par les sédiments relargués, etc.) (Standec, 2014; ACEE, 2016). En Guadeloupe, il y a cinq variantes concernant le lieu d'immersion des sédiments, trois variantes concernant le chenal, trois variantes de techniques de dragage, et cinq variantes de déroctage (Egis eau, 2013). Ces variantes prennent brièvement en compte la biologie marine, à travers le choix du site de dépôt des sédiments dragués et le choix parmi la méthode de déroctage (non-utilisation d'explosifs pour éviter les effets acoustiques sur les poissons, tortues, cétacées) (Egis eau, 2013). Mais une part de sédiments, potentiellement contaminée, est relarguée en mer sans que d'autres alternatives ne soient proposées (CGEDD, 2013). De plus, les travaux qui ont le plus grand impact sur les habitats marins (récifs coralliens, herbiers) sont les superficies de substrat retirées pour l'agrandissement du chenal (Egis eau, 2013). Pourtant les critères utilisés pour choisir le tracé de ce chenal ne prennent pas en compte les habitats marins. En effet les critères énoncés sont la manœuvrabilité des bateaux, la courantologie, la météorologie et la bathymétrie (Egis eau, 2013).

Pour le projet éolien, il n'existe pas d'analyse de variante de l'emplacement du parc éolien ce qui constitue une importante lacune. Le choix du site a été présenté dans le cahier des charges de l'appel d'offres fait par l'état, sans être présenté dans l'ÉIE (M. Carette, conversation, 10 avril 2019). Les critères ayant permis de cibler la zone d'implantation actuelle des éoliennes ne sont donc pas disponibles dans la documentation. Après avoir discuté en personne avec un coordinateur de concertation locale du projet, il ressort que les critères (autres que techniques) ayant permis d'identifier le site sont plutôt d'ordre politique et socio-économique. Le nombre d'emplois créés ainsi que l'impact sur le secteur de la pêche ont été les facteurs prédominants dans ce choix (M. Carette, conversation, 10 avril 2019). En se référant à la documentation de la première concertation publique, une carte incluant les aires de protections environnementales est utilisée (annexe 4) (M. Carette, conversation, 10 avril 2019). Sur cette carte

(annexe 4) il est possible d'identifier que la zone du projet évite les nombreuses zones d'intérêt écologiques, ce qui sous-entend que l'appel d'offres a pris en compte ce paramètre. Mais comme l'analyse de variantes de localisation n'est pas disponible dans l'étude d'impact, cela reste une supposition.

Une fois que les variantes sont choisies, il existe aussi des mesures d'évitement qui permettent d'empêcher en amont une nuisance. Pour les ÉIE françaises, les mesures d'évitement sont bien séparées des mesures de réduction grâce à la méthodologie ERC (Éviter-Réduire-Compenser). Pour le projet éolien il existe ainsi sept mesures d'évitement (EMYN, 2017) dont certaines sont pertinentes comme : l'enrochement des câbles pour éviter la hausse de température et l'émission de champs magnétiques dans l'eau; ou la modification du schéma d'implantation des éoliennes pour limiter l'impact sur l'avifaune (BRL-ingénierie, 2018). Certaines mesures sont en revanche trop peu explicites pour bien comprendre les nuisances qui sont évitées : il est par exemple maintes fois répété que la zone à l'ouest du TORAN 15 483 sera évitée (BRL-ingénierie, 2018), sans expliquer pour autant à quoi correspond cette zone. Même constatation pour la peinture « *anti-fouling* » qui ne sera pas utilisée. Il aurait été pertinent d'expliquer scientifiquement en quoi la zone 15 483 présente un fort enjeu et en quoi la peinture « *anti-fouling* » est effectivement polluante (Turner, 2010).

Aussi les mesures d'évitement sont parfois simplement un rappel de la réglementation en vigueur. C'est surtout le cas pour le projet en Guadeloupe, où les mesures d'évitement permettent surtout de se conformer aux réglementations déjà en place (CGEDD, 2013). D'après l'Agence environnementale, la séquence ERC aurait dû s'appliquer pour les impacts relatifs aux MES produits par les activités de dragage (CGEDD, 2013). Aussi L'ÉIE présente des engagements d'application de séquences ERC sans que les modalités de mise en œuvre soient précisées (CGEDD, 2013). Les mesures d'évitement semblent donc lacunaires pour la faune et la flore marines comme le lamantin, les récifs coralliens, les herbiers marins et les tortues.

Au Canada il n'existe pas de distinctions entre les mesures d'évitement ou de réduction. Ce sont toutes des « mesures d'atténuation ». La méthodologie française avec la séquence ERC a l'avantage de privilégier les techniques qui permettent d'abord d'éviter à 100 % une nuisance par rapport à celles qui permettent simplement de la réduire. Cependant, détailler les mesures d'évitement indépendamment des mesures de réduction, et sans une solide analyse de variantes peut également créer des confusions. C'est le cas par exemple pour la mesure d'évitement du projet éolien qui souhaite éviter de détruire une épave (BRL-

ingénierie) : si en amont aucune épave n'est rencontrée dans aucune des variantes d'emplacement du projet, cette mesure d'évitement devient inutile à présenter. Elle permet au promoteur de se mettre en valeur en proposant des mesures qui n'ont peut-être pas lieu d'être, pouvant ainsi confondre l'autorité responsable des autorisations. De même, la nuance entre mesure d'évitement et de réduction est parfois un peu floue. En Guadeloupe par exemple, l'utilisation d'un barrage anti MES est présenté dans le chapitre des mesures d'évitement comme une « réduction de la turbidité » ce qui porte à confusion (Egis eau, 2013).

En résumé, les méthodologies canadiennes et françaises concernant l'évitement d'un impact possèdent chacune leurs avantages et inconvénients. Cependant une analyse de variante rigoureuse permet au lecteur de mieux vérifier la prise en compte de la perte de biodiversité marine par le promoteur. C'est pourquoi les projets canadiens ont reçu une meilleure cotation pour ce premier critère (tableau 3.2).

Tableau 3.2 Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 1

	Points positifs	Points négatifs	Note sur 5
Québec – Terminal de Saguenay	<ul style="list-style-type: none"> - Analyse de variantes de localisation du projet prenant en compte des critères environnementaux (faune benthique, perte d'habitats, nuisances acoustiques, etc.). - Analyse de variantes permettant d'éviter d'utiliser le dragage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les mesures d'évitement ne sont pas clairement différenciées des mesures de réduction. - Seulement trois variantes d'emplacement du projet. 	4
Colombie-Britannique Projet de gaz naturel liquéfié <i>Pacific Northwest</i>	<ul style="list-style-type: none"> - 20 variantes d'emplacement du site, dont 5 variantes détaillées. - 9 variantes concernant le lieu d'immersion des sédiments. 	<ul style="list-style-type: none"> - Critères de sélection des variantes de localisation du projet justifiés en totalité par des critères technico-économiques. - Prise en compte de très peu de critères environnementaux pour le choix du lieu d'immersion de sédiments (oiseaux marins et sébastes). - Les mesures d'évitement ne sont pas clairement différenciées des mesures de réduction. 	3
France – Éoliennes en mer Ile Yeu-Noirmoutier	<ul style="list-style-type: none"> - 7 mesures d'évitement bien différenciées des mesures de réduction. - Le schéma d'implantation des éoliennes a été modifié pour limiter l'impact sur l'avifaune. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pas d'analyse de variantes de lieux d'implantation du parc éolien dans l'ÉIE. - Le choix de l'emplacement du parc est en désaccord avec certains avis scientifiques (puffin des Baléares). - Manque de clarté de certaines mesures d'évitement. 	2,5
Guadeloupe- Grand Port Maritime	<ul style="list-style-type: none"> - 5 variantes concernant le lieu d'immersion des sédiments, 3 variantes concernant le chenal, 3 variantes de techniques de dragage, 5 variantes de déroctage. - Les variantes d'immersions prennent en compte des modélisations scientifiques et précises de dispersions de sédiments. 	<ul style="list-style-type: none"> - Seulement 3 variantes (peu explicites) concernant l'agrandissement du chenal, suivant des critères non environnementaux. - Mesures d'évitement peu nombreuses et qui sont surtout un rappel de la réglementation en place plutôt que des initiatives d'évitement innovantes. - Confusion entre mesures d'évitement et de réduction (barrière anti-MES). - Les sédiments potentiellement contaminés sont relargués en mer sans que d'autres alternatives soient proposées. - Les impacts liés aux MES des travaux de dragage nécessitent une séquence ERC. 	2,5

3.2.2 Critère 2 : Qualité des mesures de réduction

Les quatre projets vont produire des bruits subaquatiques supérieurs au seuil de modifications comportementales des mammifères marins et de certains poissons (BRL-ingénierie, 2018; Egis eau, 2013; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). Pour cela les promoteurs ont tous utilisé une stratégie de réduction de l'impact similaire : procéder à un rayon de surveillance dans lequel l'observation d'un mammifère marin entraîne la modification des travaux. Cependant, le type de surveillance, les distances du rayon, la modification des travaux et les seuils de bruits sont différents. Cela permet de comparer la qualité générale des mesures de réduction à limiter un impact sur la faune marine.

Concernant le rayon de sécurité, il est de 600 m au Saguenay, de 1 km en Colombie-Britannique et en Guadeloupe et de 200 m entre Yeu-Noirmoutier (Egis eau, 2013; EMYN, 2017; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). Le projet de Colombie-Britannique est le seul à justifier clairement ce périmètre suivant ses propres analyses, qui est la distance à laquelle les 160 dB sont dépassés (ACEE, 2016). Les 600 mètres de rayon du projet du Saguenay font suite aux recommandations de Port Sept-Îles sans plus de détails (WSP et GCNN, 2016). C'est pourtant un lieu qui présente un écosystème différent puisque Sept-Îles ne se situe pas dans le Saguenay. Pour les deux ouvrages français, la distance du rayon de sécurité n'est pas justifiée du tout. Cela est étonnant surtout pour le port de Guadeloupe où 28 espèces de cétacés protégés peuvent fréquenter la zone (CGEDD, 2013). Ensuite, le type de surveillance diffère. Les projets canadiens emploient un biologiste pour la surveillance du rayon de sécurité (ACEE, 2016; ACEE, 2018). Pour le projet de GNL, du matériel technique (matériel de vision nocturne, jumelles infrarouges et hydrophones) est utilisé pour s'adapter à la mauvaise visibilité (ACEE, 2016). Si malgré cela la météo ne permet pas d'observation fiable, les travaux sont arrêtés (ACEE, 2016). Pour le projet au Saguenay, le matériel du biologiste et la difficulté d'observation due au manque de visibilité ne sont pas précisés. Pour le projet éolien, il est prévu d'utiliser des drones équipés de caméras thermiques (EMYN, 2017). Des bouées de suivis acoustiques sont aussi utilisées pour compléter la surveillance visuelle. Des retours d'expériences en mer du Nord et dans les Caraïbes ont permis de choisir ces deux technologies modernes (EMYN, 2017). Concernant la Guadeloupe, la surveillance est très hypothétique, puisque la présence de l'observateur n'est pas bien définie (embarqué ou terrestre) et n'est qu'une proposition (Egis eau, 2013). Des hydrophones sont tout de même prévus aux pourtours des travaux (Egis eau, 2013). Enfin, le plus important est de savoir ce qu'il se passe quand un mammifère marin rentre dans la zone de surveillance pour comprendre comment le promoteur compte réduire l'impact du bruit. Tous les projets sauf celui de Guadeloupe arrêtent les travaux jusqu'à ce

que l'espèce sorte de la zone de surveillance. Ensuite, une période de latence est ajoutée pour s'assurer que l'espèce s'est éloignée avant la reprise des travaux. Cette période est de 30 minutes pour les projets canadiens et de 10 minutes pour le projet éolien (ACEE 2016; ACEE 2018; EMYN 2017). Cela peut s'expliquer par le fait que le rayon de surveillance du projet éolien est plus petit. Une autre hypothèse est que le matériel de détection est plus performant (drone à caméra thermique) et donc plus fiable pour s'assurer que l'espèce a quitté la zone. L'ÉIE du projet en Guadeloupe présente de grandes lacunes et incertitudes : sur la zone de 1000 mètres, les travaux sont modifiés seulement quand un mammifère marin s'approche à moins de 300 mètres de la drague. Le bateau change alors simplement de direction pour rester à plus de 300 mètres de l'animal. C'est quand le mammifère marin s'approche à moins de 100 mètres que les hélices sont arrêtées (Egis eau, 2013). Une formation pour le personnel de chantier est proposée concernant le bruit, mais la nature de la formation n'est pas précisée (Egis eau, 2013).

Cet exemple de disparité concernant la surveillance d'un périmètre de sécurité pour les mammifères marins est représentatif de la qualité générale des mesures de réduction pour les quatre ouvrages. Le projet de GNL en Colombie-Britannique a ainsi reçu la meilleure cotation et le projet d'agrandissement de port en Guadeloupe la moins bonne (Tableau 3.3). En effet, que ce soit pour la qualité de l'eau ou la modification de l'habitat, les mesures de réduction du projet GNL sont les plus cohérentes. Un grand nombre de mesures de réduction du bruit à la source sont mises en place comme des barrages à bulles (ACEE, 2016; Standec, 2014). Le score maximal de 5 n'a tout de même pas été attribué. En effet les moteurs des bateaux-remorqueurs dépasseront les seuils de bruits de modification comportementale de mammifères marins à des distances allant de 5.6 km jusqu'à 18 km selon les espèces (ACEE, 2016). Aussi le dynamitage sous-marin est utilisé. Ne pas utiliser cette méthode aurait nettement réduit la pollution sonore.

L'ÉIE du projet du port de la Guadeloupe comporte majoritairement des mesures de réduction basées sur la réglementation en place, ce qui ne constitue pas de réelles mesures de réduction (CGEDD, 2013; Egis eau, 2013). Aussi, la réduction du bruit des travaux à la source n'est pas suffisante d'après l'Agence environnementale (CGEDD, 2013). Le port de Guadeloupe avait moins de possibilités de mettre en place des mesures d'évitement, car le projet est l'agrandissement d'un port et non la construction d'un nouveau. Cette impossibilité à choisir l'emplacement aurait dû se traduire par des mesures de réduction plus performantes, ce qui n'est pas le cas.

Finalement le projet éolien et le projet de terminal maritime au Saguenay ont reçu une cotation similaire soit de 3 (tableau 3.3). Si l'on se réfère à la méthodologie de l'analyse multicritère, ce score signifie que les mesures de réduction sont de qualité moyenne et peuvent encore être améliorées pour limiter la perte de biodiversité marine. Les points forts des mesures de réduction du projet éolien sont notamment l'utilisation d'une bouée de suivi acoustique, issue d'un partenariat entre le bureau d'étude Quiet-Océan et l'école polytechnique de Barcelone (EMYN, 2017). Cette bouée ultra moderne permet, entre autres, de vérifier en temps réel les bruits des travaux, de cartographier leur intensité et de repérer les mammifères marins (EMYN, 2017). D'autres mesures de réduction sont en revanche critiquables. En effet d'après le CNPN les mesures de réduction proposées concernant les oiseaux marins sont plus des mesures de bon sens que de réelles mesures de réduction (CNP, 2018). Pour le projet de terminal maritime au Saguenay, un des principaux points positifs est que des mesures d'atténuation sont proposées pour tous les types de nuisances identifiés (WSP et GCNN, 2016). Le MPO et l'Agence trouvent cependant que les mesures d'atténuation sont trop générales concernant le bruit sur les mammifères marins (ACEE, 2018).

Tableau 3.3 Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 2

	Points positifs	Points négatifs	Note sur 5
Québec – Terminal de Saguenay	<ul style="list-style-type: none"> - Des mesures d'atténuation sont utilisées pour tous les types de nuisances identifiés. - Un barrage anti MES est utilisé. - Un temps de 30 minutes après la dernière observation d'un mammifère est laissé avant de reprendre les travaux progressivement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les 600 mètres de rayon de surveillance n'étaient pas justifiés par des seuils en décibels, mais par des conseils d'un autre port. - Le matériel technique du biologiste et la difficulté d'observation due au manque de visibilité ne sont pas suffisamment précisés. - Le MPO et l'ACEE trouvent que les mesures d'atténuation sont trop générales pour le bruit sur les mammifères marins. 	3
Colombie-Britannique Projet de gaz naturel liquéfié Pacific Northwest	<ul style="list-style-type: none"> - Un grand nombre de mesures de réduction du bruit sont mises en place. - Le biologiste qui surveillera la zone de sécurité a à sa disposition du matériel pour la faible visibilité. Les travaux sont arrêtés quand les conditions ne permettent pas une observation fiable. - Un temps de 30 minutes après la dernière observation d'un mammifère est laissé avant de reprendre les travaux progressivement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les moteurs des bateaux-remorqueurs dépasseront les seuils de bruits de modification comportementale de certaines espèces de mammifères marins. - Le dynamitage sous-marin est utilisé. Ne pas utiliser cette méthode aurait nettement réduit la pollution sonore. 	4
France – Éoliennes en mer Ile Yeu- Noirmoutier	<ul style="list-style-type: none"> - Un partenariat avec le milieu universitaire a permis de mettre en place des bouées modernes permettant de suivre les bruits des travaux et de repérer les mammifères marins. - Des retours d'expériences d'autres parcs éoliens en mer sont étudiés. - Des technologies modernes comme des drones avec caméras thermiques sont utilisées. 	<ul style="list-style-type: none"> - Certaines mesures de réduction proposées pour les oiseaux marins sont plus des mesures de bon sens que de réelles mesures de réduction d'après la CNPN. - Les 200 mètres de rayon de surveillance ne sont pas justifiés par des seuils en décibels. 	3
Guadeloupe- Grand Port Maritime	<ul style="list-style-type: none"> - Pas de dynamitage. - Un barrage anti-MES est mis en place. - Une formation pour les employés du chantier est proposée concernant le bruit. 	<ul style="list-style-type: none"> - La réduction du bruit des travaux à sa source n'est pas suffisante d'après l'Agence environnementale. - Les mesures de réduction sont trop souvent des explications de l'organisation du chantier et des rappels de la réglementation. - Tous les matériaux nécessaires à la construction du remblaiement auraient pu venir du dragage suivant l'étude géotechnique et ainsi réduire le volume total relargué en mer. - Les impacts liés aux MES des travaux de dragage nécessitent une séquence ERC. 	2

3.2.3 Critère 3 : Qualité des mesures de compensation

Comme il a été vu, les mesures de compensation sont encore trop incertaines en mer (Pinault et al., 2017), et ne doivent être utilisées qu'en dernier recours, soit lorsque toutes les mesures d'atténuation ont été complétées. Pour les quatre ouvrages, les mesures d'atténuation ont été insuffisantes puisque des impacts résiduels ont été identifiés (BRL-ingénierie, 2018; Egis eau, 2013; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). Une critique commune aux 4 projets est que ce sont surtout les effets résiduels jugés « importants » ou « forts » qui sont compensés (BRL-ingénierie, 2018; Egis eau, 2013; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). Cela signifie que toutes les activités ayant des effets moyens sur l'écosystème marin sont tolérées. Par exemple, pour les projets canadiens la définition d'un impact résiduel important est : « *La mort de poissons ou une modification permanente, voire la destruction de son habitat* » (*Loi sur les pêches*; WSP et GCNN, 2016). Avec cette définition beaucoup d'autres impacts ne sont donc pas inclus (la diminution du potentiel reproducteur, l'exposition à des maladies et parasites, la dégradation partielle et graduelle d'un habitat, la contamination en métaux lourds, etc.).

Concernant les deux ouvrages canadiens, le processus d'ÉIE n'inclut pas de descriptions précises des mesures compensatoires qui seront mises en place. Les détails de ces mesures de compensation se font dans un second temps en partenariat avec le MPO (ACEE, 2016; ACEE 2018; *Règlement sur les demandes d'autorisation visées à l'alinéa 35(2)b de la Loi sur les pêches*). Cela limite donc la compréhension et la participation des citoyens lors des consultations publiques. En effet le public manque d'informations pour enrichir l'ÉIE. Il est possible que les mesures de compensation soient tout de même de qualité en procédant ainsi, mais l'ÉIE ne les décrit pas et il n'est donc pas possible de savoir si ces mesures limitent la perte de biodiversité marine. Cette lacune engendre une cotation plus faible pour les ouvrages canadiens et pour ce critère (Tableau 3.4). Le fait que le projet de GNL ait reçu une cotation encore plus faible que celui du Québec est dû à différents facteurs : tout d'abord contrairement au projet de GNL, l'ÉIE du projet au Saguenay présente tout de même des pistes de compensations qui seront proposées au MPO (récifs artificiels, expansion des herbiers intertidaux, amélioration de l'accessibilité des rivières à saumon, corridor protégé pour l'éperlan arc-en-ciel) (WSP et GCNN, 2016). Ensuite, les impacts environnementaux du projet de Colombie-Britannique sont tellement nombreux que malgré les mesures d'atténuation vues précédemment il persiste de multiples impacts résiduels (effets directs sur les poissons; mortalité directe ou blessure physique de mammifères marins; changement de comportement des mammifères marins; effets sur l'habitat marin y compris les végétaux marins) (ACEE, 2016). De plus, l'effet sur l'habitat marin

de ce projet est estimé à 30 000 m² et constitue un tort grave d'après la Loi sur les pêches (ACEE, 2016). Il semble difficile d'imaginer une mesure capable de compenser des nuisances sur une telle superficie. Les nombreuses préoccupations du public et des peuples autochtones concernant la difficulté de compenser tous ces impacts (ACEE, 2016) reflètent ce manque de fiabilité des mesures de compensation. Parmi ces préoccupations en voici certaines où l'ACEE n'a pas su se montrer rassurante :

« Plus de la moitié des projets visant à compenser la perte de productivité de l'habitat ont échoué. Les moyens envisagés pour surveiller et garantir l'efficacité des projets de compensation ne sont pas clairs [...] la population de harengs sur le banc Flora est unique sur le plan génétique, il est peu probable que les effets sur un tel habitat puissent être compensés. [...] compte tenu de l'utilisation par les salmonidés de cette zone particulière de l'estuaire Skeena, il est peu probable que ses mesures quelconques [...] compenseront la perte d'un habitat d'une telle importance pour les salmonidés juvéniles en migration. » (ACEE, 2016).

Le MPO a informé l'ACEE que le promoteur semblait avoir identifié des mesures de compensation appropriées pour l'habitat du poisson (ACEE, 2016). Cependant l'ACEE reconnaît également que toutes les mesures en place ne permettent pas de compenser l'impact sur le marsouin commun (ACEE, 2016).

Les projets français détaillent dès l'étude d'impact les mesures de compensation qui seront mises en place et ont donc reçu une meilleure cotation (tableau 3.4). Le projet de l'île d'Yeu ne met en place des mesures compensatoires que pour la composante ayant des impacts résiduels jugés forts, soit l'avifaune (BRL-ingénierie). Cette mesure est bien détaillée avec un plan de gestion sur 10 ans pour trois espèces de goélands, notamment sur les sites de pontes (gestions des prédateurs comme les rats, gestion de la fréquentation humaine, sensibilisation, etc.) (EMYN, 2017). La mesure de compensation est la même que celle du parc éolien de Saint-Nazaire. Étant donné la proximité des deux parcs et dans la mesure où l'aire de répartition des goélands englobe ces deux endroits, les deux parcs vont collaborer pour réaliser cette compensation (EMYN, 2017). D'autres espèces auraient pu être sujettes à des plans de compensations comme le puffin des Baléares qui est en voie d'extinction d'après la liste rouge de l'UICN (BirdLife, 2018). Il manque également une mise en place de la séquence ERC pour les poissons sensibles à la turbidité (morue et poisson plat) d'après l'Agence environnementale (CGEDD, 2018). Cependant, il existe des compensations qui pourraient être qualifiées d'involontaires : le parc éolien va permettre de créer un substrat favorable à l'implantation d'espèces benthiques (effet récif) (BRL-ingénierie, 2018). La fermeture de certaines zones aux activités de pêche peut permettre de compenser un peu l'impact sur la ressource halieutique (effet réserve) (BRL-ingénierie, 2018). Ce projet éolien vise à diminuer la part d'énergies

fossiles responsable du réchauffement climatique, lui-même responsable de la perte de biodiversité marine (acidification des océans, blanchiment du corail, dégradation des coquilles de la faune benthique, etc.) (Hughes et al., 2017; MPO, 2012b). Ce projet est donc en quelque sorte une mesure de compensation de l'émission de gaz à effet de serre nocif à la biodiversité marine. Plutôt que de voir les impacts en silo, plus de liens pourraient être faits entre les différentes nuisances répertoriées dans l'ÉIE. Cette remarque est aussi valable pour le projet de GNL, qui à l'inverse devait être un des plus grands émetteurs de gaz à effet de serre de tout le Canada (ACEE, 2016; Moulier, 2016, 28 septembre), contribuant ainsi à la perte de biodiversité marine.

Les mesures de compensation du projet de port de la Guadeloupe ont reçu la meilleure cotation (tableau 3.4). Alors que les mesures d'évitement et de réduction étaient lacunaires pour ce projet, les mesures de compensation sont nombreuses et détaillées (Egis eau, 2013). Le promoteur finance spécialement les mesures de compensation et de suivi avec des millions d'euros (Guadeloupe Port Caraïbes (s. d.). Parmi ces mesures, le promoteur prend bien en compte les effets sur les habitats de grande importance écologique comme les herbiers, les coraux et les mangroves (transplantation d'herbiers, immersion de récifs artificiels pour les coraux, mise en place d'un sentier sous-marin, replantation et conservation de mangrove, etc.) (Egis eau, 2013). Cependant les mesures n'incluent pas les impacts sur les mammifères marins. Le promoteur aurait pu par exemple utiliser une part des 17 millions d'euros pour aider à la création du sanctuaire marin AGOA. On retrouve aussi la même lacune que pour les critères précédents, relatif à l'absence de la séquence ERC liés aux MES (tableau 3.4).

Tableau 3.4 Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 3

	Points positifs	Points négatifs	Note sur 5
Québec – Terminal de Saguenay	<ul style="list-style-type: none"> - Le promoteur s'engage à mettre en place des mesures de compensation et propose des pistes cohérentes avec les connaissances actuelles. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ces mesures de compensation se font dans un second temps en partenariat avec le MPO. Il est donc impossible de savoir exactement quelles mesures vont être mises en place. - Les activités ayant des effets résiduels faibles ou moyens sur l'écosystème marin sont tolérées et ne sont pas compensées. 	2,5
Colombie-Britannique Projet de gaz naturel liquéfié Pacific Northwest	<ul style="list-style-type: none"> - Le MPO a informé l'ACEE que le promoteur semblait avoir identifié des mesures de compensation appropriées pour l'habitat du poisson. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ces mesures de compensation se font dans un second temps en partenariat avec le MPO. Il est donc impossible de savoir exactement quelles mesures vont être mises en place. - l'ACEE juge que les impacts sur le marsouin commun ne sont pas compensables. - Les préoccupations soulevées lors des consultations avec le public et les peuples autochtones au sujet des mesures de compensation des effets sur l'habitat du poisson sont trop nombreuses et les réponses de l'ACEE ne sont pas assez précises. Cela traduit un manque de confiance envers ces mesures de compensation. - Les activités ayant des effets faibles ou moyens sur l'écosystème marin sont tolérées et ne sont pas compensées. 	2
France – Éoliennes en mer Ile Yeu-Noirmoutier	<ul style="list-style-type: none"> - Plan de gestion sur 10 ans pour trois espèces de goélands. - Collaboration pour réaliser cette mesure de compensation avec le projet éolien en mer de Saint-Nazaire. - Compensation involontaire des effets résiduels : un effet récif et un effet réserve sont attendus. 	<ul style="list-style-type: none"> - La mesure de compensation concernant les oiseaux marins ne prend pas en compte le puffin des Baléares - Les activités ayant des effets faibles ou moyens sur l'écosystème marin sont tolérées et ne sont pas compensées. -Il manque une mise en place de la séquence ERC pour les poissons sensibles à la turbidité. 	3
Guadeloupe-Grand Port Maritime	<ul style="list-style-type: none"> - Mesures nombreuses et diversifiées : compensation pour les herbiers et les coraux (transplantation des herbiers, immersion de récifs artificiels pour les coraux, sentier sous-marin); compensation pour les mangroves (replantation, protection et nettoyage), etc. 	<ul style="list-style-type: none"> - Les impacts liés aux MES des travaux de dragage nécessitent une séquence ERC. - Les mesures compensatoires ne prennent pas en compte les mammifères marins. 	3,5

3.2.4 Critère 4 : Capacité d'intégration des impacts cumulatifs

L'intégration des effets cumulatifs permet une vision plus systémique et donc plus réelle des véritables impacts sur la biodiversité marine d'un projet. Les ÉIE canadiennes et de celle du projet éolien en mer répertorient donc les activités à proximité de l'ouvrage envisagé qui ont un impact sur le milieu marin (BRL-ingénierie, 2018; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016). Pour ces trois ÉIE, les activités passées, actuelles et envisagées dans le futur sont bien répertoriées (BRL-ingénierie, 2018; Standec, 2014; WSP et GCNN, 2016).

L'ÉIE du projet au Saguenay est la seule qui justifie clairement les délimitations spatiales des ouvrages à inclure dans l'analyse des impacts cumulatifs (WSP et GCNN, 2016). C'est la zone locale du projet, sauf pour les effets cumulatifs sur le béluga qui correspond à la zone d'étude élargie allant jusqu'au fleuve Saint-Laurent (annexe 1; WSP et GCNN, 2016). Cela prend en compte que l'augmentation du trafic maritime se fera dans tout le Saguenay. Le fait que le promoteur juge que l'effet cumulatif n'est pas important pour le béluga n'est pas vérifiable par les connaissances scientifiques. En effet dans un récent rapport du MPO (2018) concernant l'effet cumulé du présent projet avec celui d'Énergie Saguenay, le trafic maritime va tripler sur le Saguenay et rajouter 1000 transits par an dans l'estuaire du Saint-Laurent. L'effet cumulé de ces deux ports va à l'encontre du plan de rétablissement de béluga initié depuis 2012 (MPO, 2018). Le trafic actuel a déjà un impact sur la communication ou l'écholocalisation du béluga dans 39 à 46 % du temps dans l'embouchure du Saguenay (MPO, 2018). L'espace de communication de cette espèce en péril est réduit de 30 % dans cette zone (MPO, 2018). Le Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) se dit également très inquiet de l'augmentation du trafic dû à ce projet sur la population de béluga (Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins [GREMM], 2016). Cet institut spécialisé expose des failles dans l'ÉIE : la non-explication de la proportion de bélugas exposés à l'augmentation du bruit et de l'effet de ce bruit sur la reproduction, la santé et la survie (GREMM, 2016). Si tel était le cas, l'ouvrage ne pourrait pas voir le jour suivant les articles 58 et 73 de la Loi sur les espèces en péril (GREMM, 2016; *Loi sur les espèces en péril*). La prise en compte des effets cumulatifs du projet du Saguenay est réalisée de manière plutôt rigoureuse en respectant notamment les lignes directrices établies par l'ACEE (ACEE, 2015). Cependant les connaissances actuelles ne semblent pas suffisantes pour conclure comme l'ÉIE qu'aucun effet cumulatif important n'est attendu. Par conséquent un score de 3 a été attribué (tableau 3.5).

La prise en compte des effets cumulatifs est bien détaillée pour le projet de GNL en Colombie-Britannique (Standec, 2014). Cette ÉIE cartographie clairement les activités susceptibles d'avoir des effets cumulatifs (ACEE, 2016). L'Agence conclut également que le promoteur a évalué les effets cumulatifs de manière suffisante pour les poissons (ACEE, 2016). Le projet a donc reçu une bonne cotation (tableau 3.5), mais pas le score maximum. Cela s'explique par une erreur de jugement de l'ÉIE qui conclut qu'aucun impact cumulatif n'est important pour le marsouin commun (Standec, 2014). À l'inverse, l'ACEE trouve qu'il en existe un. Aux yeux de l'auteur de cet essai, d'autres espèces auraient même pu être évaluées comme victimes d'impact cumulatif. En effet il est énoncé que les espèces de mammifères marins fréquentant une zone proche du projet (le passage Chatham) comme le rorqual à bosse, l'épaulard et l'otarie peuvent subir des pertes auditives permanentes dues à l'augmentation du bruit (ACEE, 2016). Plus de 2000 bateaux (sans compter les bateaux-remorqueurs, ceux de croisières, de pêche, de plaisance et les traversiers) sont prévus en 2025 au lieu de 500 en 2016 (ACEE, 2016). Enfin, le MPO s'inquiète des incertitudes persistantes concernant les effets cumulatifs possibles, notamment par rapport au manque d'informations sur les mammifères marins (taux de blessure, densités des populations, zone de dommage) (ACEE, 2016). Le Fonds mondial pour la nature (Canada) et trois premières nations (Gitxaala, Lax Kw'alaams, Kitsumkalum) sont préoccupés par la mauvaise prise en compte des effets cumulatifs pour le bruit sous-marin (ACEE, 2016). Le Fonds mondial pour la nature (Canada) n'est également pas d'accord avec l'affirmation du promoteur que l'évaluation des effets cumulatifs pour l'habitat du poisson n'est pas utile (ACEE, 2016). Cela témoigne un manque de confiance du public envers l'ÉIE concernant la prise en compte des effets cumulatifs.

Les ÉIE françaises ont une analyse des impacts cumulatifs moins détaillée. Cela est peut-être en partie dû au fait que les ouvrages soient plus éloignés du continent, et donc plus isolés d'autres projets. Ce constat est surtout vrai pour la Guadeloupe dont aucune activité pouvant présenter des effets cumulatifs n'a été retenu dans l'analyse (Egis eau, 2013). Il est donc difficile de pondérer ce critère pour ce projet, et le score moyen lui a été attribué (tableau 3.5). Les effets cumulatifs de la construction de port de grande envergure en Martinique et en Jamaïque n'ont pas été retenus comme un effet cumulatif important sur la faune marine (Egis eau, 2013). Ce résultat n'est pas remis en question, mais c'est plutôt la nécessité de voir autant d'ouvrages similaires qui devrait être discutée en amont. L'agence environnementale se questionne à raison de savoir si ces infrastructures vont chacune recevoir la quantité de navires souhaitée, ou si c'est un phénomène de concurrence pour attirer les porte-conteneurs (CGEDD, 2013). Dans ce dernier cas, des projets aux forts impacts environnementaux pourraient être inutiles.

La pollution des eaux engendrée par ce projet (sédiments possiblement contaminés, risque de déversement d'hydrocarbures) cumulée aux pollutions engendrées par les activités humaines comme l'agriculture aurait pu être un effet cumulatif pris en compte par le promoteur. En effet le chlordécone, pesticide hautement toxique, se retrouve par exemple dans des poissons marins de la Guadeloupe (Bouchon, Dromard, Cordonnier et Bouchon-Navaro, 2016).

Le projet éolien est quant à lui situé près d'autres activités à grand impact sur la faune marine. C'est le cas par exemple d'un autre parc éolien, d'activités de dragage, de rejets de sédiments en mer, d'exploitation de granulats et de construction d'une digue (BRL-ingénierie, 2018). Le promoteur juge qu'un impact cumulatif est attendu pour les populations de goélands avec l'autre parc éolien en mer, mais que les mesures de compensation permettent de réduire convenablement cet impact (BRL-ingénierie, 2018). L'Agence environnementale est satisfaite de la prise en compte des effets cumulés qui ont été « judicieusement menés » (CGEDD, 2018). Des incertitudes ont été soulevées par le promoteur quant à l'effet cumulatif des deux parcs éoliens concernant le comportement de fuite ou non des mammifères marins à cause du bruit (BRL-ingénierie, 2018). Les effets cumulatifs sur le puffin des Baléares sont également incertains et le CNPN pense même que l'effet cumulé des deux parcs éoliens a été sous-estimé pour cette espèce (CNPN, 2018). L'aire d'étude des impacts cumulatifs comprend le littoral de trois départements (BRL-ingénierie, 2018). Cette zone d'étude des impacts cumulatifs aurait pu être plus vaste.

Tableau 3.5 Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 4

	Points positifs	Points négatifs	Note sur 5
Québec – Terminal de Saguenay	<ul style="list-style-type: none"> - Limites spatiales et temporelles définies et justifiées. - Lignes directrices précises et respectées par le promoteur. 	<ul style="list-style-type: none"> - La conclusion de l'étude d'impact qu'aucun effet cumulatif n'est attendu est critiquable. En effet l'augmentation du trafic maritime, du bruit et du risque de pollution associée aux fleurissements de projets sur le Saguenay n'a pas été retenue comme un effet cumulatif important pour le béluga. - Incertitudes des effets cumulatifs soulevés par le MPO et le GREMM concernant le béluga. 	3
Colombie-Britannique Projet de gaz naturel liquéfié <i>Pacific Northwest</i>	<ul style="list-style-type: none"> - Les effets cumulatifs ont bien été pris en compte avec une cartographie précise des projets susceptibles d'engendrer ce type d'effet. - L'Agence conclut que le promoteur a évalué les effets cumulatifs de manière suffisante pour les poissons. 	<ul style="list-style-type: none"> - Il est énoncé que d'autres espèces de mammifères marins vont subir des dommages dus à l'augmentation du bruit (augmentation du trafic et des travaux). Comme ces dommages ne sont pas jugés « importants » pour ces espèces, l'impact cumulatif est toléré. - Incertitudes des effets cumulatifs soulevés par le MPO concernant les mammifères marins. - Le Fonds mondial pour la nature et trois premières nations ne sont pas d'accord avec certaines conclusions du promoteur. 	3,5
France – Éoliennes en mer Ile Yeu-Noirmoutier	<ul style="list-style-type: none"> - Les effets cumulatifs ont bien été pris en compte avec une cartographie précise des projets susceptibles d'engendrer ce type d'effet. - L'Agence environnementale est satisfaite de l'analyse des impacts cumulés. 	<ul style="list-style-type: none"> - La zone d'étude des impacts cumulatifs aurait pu être plus vaste. - Incertitude soulevée par le promoteur quant à l'effet cumulatif des deux parcs éoliens. - L'impact cumulé des deux parcs éoliens a peut-être été minimisé pour le puffin des Baléares. 	3
Guadeloupe-Grand Port Maritime	<ul style="list-style-type: none"> - Pas d'impacts cumulatifs identifiés. 	<ul style="list-style-type: none"> - La nécessité de construire des projets similaires dans les Caraïbes devrait être discutée en amont. - La pollution des eaux engendrée par ce projet cumulé aux activités agricoles aurait pu être un effet cumulatif pris en compte par le promoteur. 	2,5

3.2.5 Critère 5 : Performance du cadre législatif

Ici, le cadre législatif (canadien et français) des ÉIE est évalué pour comprendre sa capacité à limiter l'érosion de la biodiversité marine (tableau 3.6). Pour les projets canadiens analysés, les trois lois qui semblent le mieux réguler les impacts sur la faune marine sont la LCEE, la Loi sur les pêches et la Loi sur les espèces en péril. En effet, l'article 79(2) de la Loi sur les espèces en péril oblige par exemple l'ACEE à établir les effets négatifs du projet sur les espèces en péril identifiées (ACEE, 2016; *Loi sur les espèces en péril*). L'article 73 de cette loi permet au promoteur de construire un ouvrage sur l'habitat essentiel de l'une de ces espèces sous certaines conditions (*Loi sur les espèces en péril*). Un règlement de la Loi sur les pêches permet d'encadrer les activités qui nécessitent des mesures de compensation (*Règlement sur les demandes d'autorisation visées à l'alinéa 35(2)b de la Loi sur les pêches*). Cette compensation n'est réalisée que lorsque des dommages sérieux sont identifiés pour le poisson d'après ce règlement. Les dommages sérieux correspondent d'après l'article 2 de la Loi sur les pêches à « la mort de tout poisson ou toute modification ou destruction permanente de l'habitat du poisson » (*Loi sur les pêches*). Cette définition paraît restreinte et assez vague. Il est difficile de comprendre ce qu'est exactement une destruction permanente, et cette définition ne comprend pas les maladies ou la diminution du potentiel reproducteur par exemple. D'ailleurs la perte d'un habitat a été jugée de « faible productivité » pour le projet de Colombie-Britannique et le promoteur n'a donc pas eu besoin de compenser cette perte (ACEE, 2016). Pourtant il s'agit bien là d'une modification permanente de l'habitat du poisson telle que définie par la loi. La notion de « faible productivité » n'apparaît d'ailleurs pas dans cette loi. D'après l'article 35, un projet qui crée des dommages sérieux à une espèce sujette à la pêche ne peut voir le jour (*Loi sur les pêches*). Des peuples autochtones pêchent dans les zones des deux projets canadiens. La définition de « dommage sérieux » devrait être élargie sachant que le saumon est une ressource qui va être impactée et qui préoccupe de nombreuses nations autochtones (ACEE, 2016). D'ailleurs, lors de l'acceptation du projet de Colombie-Britannique, une femme d'une première nation Tsimshian s'est rendue jusque dans la capitale nationale (Ottawa) avec une boîte de saumons pour contester ce projet (Moulier, 2016, 28 septembre). Cela peut refléter que la Loi sur les pêches ne permet pas de protéger adéquatement certaines espèces. D'autres lois permettent également de renforcer la prise en compte de la biodiversité marine :

- les lignes directrices qui dictent le contenu de l'étude d'impact sont un bon moyen de s'assurer qu'il n'y aura pas d'oublis et de négligences dans les éléments nécessaires à l'étude d'impact;

- le promoteur doit obtenir un permis pour pouvoir immerger en mer des sédiments de dragage (*Loi canadienne sur la protection de l'environnement*). Cela permet d'encadrer cette pratique et donc de limiter la perte de biodiversité marine;
- le principe de pollueur-payeur paraît dissuasif grâce aux lois et conventions. De fait le promoteur a tout intérêt à ne pas négliger la sécurité des navires d'après la Convention sur les substances nocives ou potentiellement dangereuses et la Loi sur la responsabilité en matière maritime (*Loi sur la responsabilité en matière maritime*; OMI, 2013);
- la gestion des eaux de ballast est rigoureuse au Canada (*Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast*). Cependant l'introduction d'espèces exotiques envahissantes demeure possible (WSP et GCNN, 2016).

Une nouvelle loi pourrait bientôt entrer en vigueur puisque la LCEE devrait bientôt être remplacée par la Loi sur l'évaluation d'impact (Sénat du Canada, 2019). Cette nouvelle loi pourrait aider à limiter la perte de biodiversité marine. Par exemple, une des lacunes observées dans les études de cas pour les ÉIE canadiennes est que le principe de précaution n'a pas été appliqué pour des espèces où les connaissances scientifiques sont incertaines (effet sur le requin du Groenland, impact précis du bruit sur la faune, répartition spatiale et temporelle des mammifères marins, etc.). La nouvelle loi proposée, soit la Loi sur l'évaluation d'impact semble s'adapter à cette lacune et l'article 6 stipule que : « l'Agence et les autorités fédérales doivent exercer leurs attributions de manière à [...] appliquer le principe de précaution » (Gouvernement du Canada, 2018b). Cette nouvelle loi n'étant pas encore en vigueur, la prise en compte du principe de précaution tel qu'il est appliqué pour les deux projets analysés ne permet pas de limiter adéquatement la perte de biodiversité. C'est pourquoi le score maximum n'a pas été attribué (tableau 3.6). Même constat pour la prise en compte des effets cumulatifs qui pourrait également être améliorée par la nouvelle loi (Gouvernement du Canada, 2018b; Gouvernement du Canada, 2018c). Par exemple cette loi souhaite mettre en place une plateforme ouverte de données et de connaissances scientifiques concernant les effets cumulés (Gouvernement du Canada, 2018b). Un autre objectif de cette loi est de réaliser des évaluations régionales terrestres et marines (Gouvernement du Canada, 2018b), ce qui permettrait de mieux analyser les effets cumulés d'un projet (voir la recommandation 13 du chapitre 4). La décision d'accepter ou non un ouvrage dépendrait également de la contribution de celui-ci à l'intérêt général comme la lutte contre les changements climatiques (Gouvernement du Canada, 2018d). Cela

serait un grand pas en avant, car l'érosion actuelle et à venir de la biodiversité marine est en partie due aux changements climatiques (Hughes et al., 2017; MPO, 2012b). Cependant cette nouvelle loi présente des contradictions puisqu'à travers elle, le gouvernement ambitionne de promouvoir l'exploitation et l'exportation de GNL et des hydrocarbures pour stimuler l'emploi (Gouvernement du Canada, 2018c). Ces activités produisent pourtant des gaz à effet de serre et contribuent donc aux dérèglements climatiques. Aussi cette modification souhaite donner 300 jours à l'ACEE pour faire son rapport au lieu de 365. Ces rapports de l'ACEE, abondamment consultés dans ce présent travail, sont importants pour fournir une vision globale au ministre qui prend la décision finale. Ainsi il semblerait au contraire plus judicieux de renforcer le poids de ce rapport : un avis défavorable (comme pour le marsouin commun) ne devrait pas pouvoir être suivi d'une acceptation du projet par le ministre.

Concernant les projets français, les principaux instruments juridiques qui semblent permettre de limiter la perte de biodiversité marine sont la Loi sur l'eau; la Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages de 2016 et les sites Natura 2000. C'est grâce à la Loi pour la reconquête de la biodiversité que le principe d'absence de perte nette de biodiversité est renforcé (*Loi pour la reconquête de la biodiversité*; MTES, 2017a). Les mesures de compensation ont une obligation de résultat et ne peuvent remplacer les mesures d'évitement et de réduction (MTES, 2017a). La différence observée entre le projet éolien et celui de la Guadeloupe semble être liée à cette loi de 2016. En effet le fait que les mesures de compensation ont nettement été priorisées (par rapport aux mesures d'évitement et de réduction) pour le projet de Guadeloupe est peut-être dû au fait que cette loi n'existait pas encore. Cette nouvelle loi crée aussi une police vérifiant la fonctionnalité des mesures compensatoires (Pinault et al., 2017). Il ne faut pas non plus oublier les lignes directrices qui permettent d'établir un cadre réglementaire à la séquence ERC (CGDD, 2013).

Aussi, les préoccupations du public concernant l'environnement peuvent avoir un véritable poids juridique sur la faisabilité d'un ouvrage. En effet plusieurs recours juridiques sont en cours pour le projet éolien et celui-ci n'est donc pas sûr de voir le jour (M. Carette, conversation, 14 mars 2019).

Malgré les lois en place, il apparaît que la séquence ERC n'est pas suffisante pour limiter la dégradation du milieu marin (MTES, 2017a). Le manque de connaissances sur ce milieu et l'inaccessibilité de certaines informations comme les appels d'offres sont des freins pour répondre à cet objectif (MTES, 2017a; Jacob et al., 2017). En effet certaines données sont anonymisées et toutes les ÉIE ne sont pas publiques (MTES,

2017a). Dans l'Avis de décision final du projet éolien, on apprend que l'autorité s'est basée sur un avis de l'IFREMER (*Arrêt d'autorisation au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement relatif au projet de création d'un parc éolien en mer des île d'Yeu et de Noirmoutier*) qui n'est pas accessible. Mathieu Carette du projet éolien a été consulté en personne pour retrouver ce document, mais il pense que ce dernier est resté en interne (M. Carette, conversation, 14 mars 2019). Une faille réglementaire observée est le manque d'exigences environnementales tout en amont, soit dans l'appel d'offres (MTES, 2017a). Cela concorde également avec la discussion tenue avec monsieur Carette qui a été questionné sur le pourquoi de l'emplacement des éoliennes de Yeu-Noirmoutier et de Saint-Nazaire dans les appels d'offres. Selon lui cela relève plus d'une question de création d'emplois, de choix politique et technique plutôt que d'un choix environnemental (M. Carette, conversation, 10 avril 2019).

Les changements de gouvernement causent un manque de continuité dans les politiques. En outre les financements du ministère de la Transition écologique et solidaire sont trop variables (MTES, 2017a). Par exemple, un vaste programme prévoyait d'améliorer les connaissances du monde marin, mais il n'a jamais vu le jour (MTES, 2017a).

Les lois laissent trop de flexibilité aux promoteurs pour juger si un impact est significatif ou non puisqu'aucun seuil de significativité n'est fixé (Jacob, 2017). C'est pourtant ce qui conditionne la nécessité d'établir des mesures de compensation par exemple (Jacob, 2017; MTES, 2017a).

Pour l'analyse des impacts cumulatifs, deux lacunes réglementaires sont observées : les projets passés et actuels sont pris en compte, mais pas les activités dont l'ÉIE n'a pas encore été déposée (MTES, 2017a), et il n'y a pas suffisamment de projets terrestres dans l'analyse. Ainsi la loi devrait inclure dans l'analyse des impacts cumulatifs les activités terrestres polluantes, même si elles n'ont pas suivi d'ÉIE. C'est par exemple le cas des grandes activités agricoles d'un même bassin versant. En effet les « zones mortes » qui se situent maintenant dans tous les océans de la planète (Breitburg et al., 2018) sont majoritairement dues à l'emploi excessif de fertilisants (Breitburg et al., 2018). Dans ces « zones mortes » où l'oxygène est déficitaire, la macrofaune ne peut s'y développer convenablement (Breitburg et al., 2018). Ces zones pauvres en biodiversité marine sont parfois situées à proximité des quatre projets (figure 3.1).

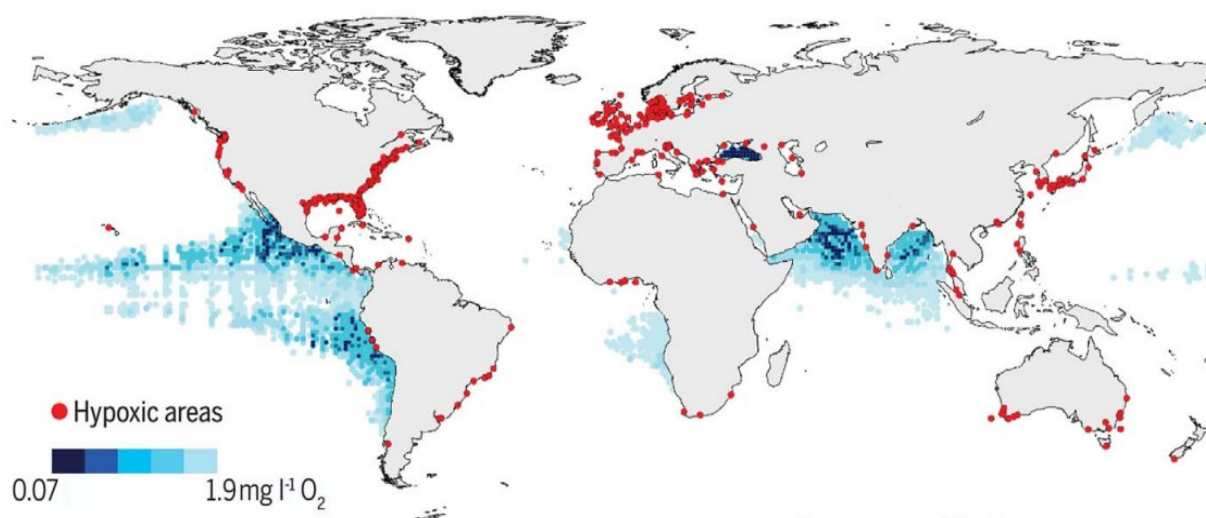


Figure 3.1 Représentation mondiale des zones marines en déficit d'oxygène et anoxiques (tiré de : Breitburg et al., 2018).

Tableau 3.6 Résumé des points positifs et négatifs des 4 ÉIE permettant de noter le critère 5

	Points positifs	Points négatifs	Note sur 5
Québec – Terminal de Saguenay	<ul style="list-style-type: none"> - La Loi sur les espèces en péril et la Loi sur les pêches sont un cadre permettant d'améliorer les ÉIE. - Les lignes directrices qui dictent le contenu de l'étude d'impact sont un bon moyen pour s'assurer qu'il n'y aura pas d'oublis dans la réalisation de l'ÉIE. 	<ul style="list-style-type: none"> - La définition de certains éléments de la loi permet une protection lacunaire des espèces en péril et des espèces d'intérêt commercial. - Pour l'instant le principe de précaution n'est pas assez appliqué lorsque les connaissances sont insuffisantes. 	4
Colombie-Britannique Projet de gaz naturel liquéfié <i>Pacific Northwest</i>	<ul style="list-style-type: none"> - La Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) permet d'encadrer la pratique d'immersion des sédiments en mer et donc de limiter la perte de biodiversité marine. - Le principe de pollueur-payeur paraît dissuasif pour le promoteur de négliger la sécurité des navires. - Le nouveau projet de loi du gouvernement canadien devrait aider à limiter la perte de biodiversité. 	<ul style="list-style-type: none"> - Le nouveau projet de loi présente des contradictions pour ce qui a trait aux émissions de GES. - Les avis émis par l'ACEE n'entraînent pas l'annulation du projet. 	
France - Éoliennes en mer Ile Yeu- Noirmoutier	<ul style="list-style-type: none"> - La Loi sur l'eau, la Loi pour la reconquête de la biodiversité et les sites Natura 2000 permettent d'améliorer les ÉIE. - Les lignes directrices permettent d'établir un cadre réglementaire à la séquence ERC - Des recours juridiques ont retardé le projet d'au moins deux ans. Les préoccupations du public concernant l'environnement peuvent donc avoir un poids juridique sur la faisabilité d'un projet. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pour l'instant le principe de précaution n'est pas assez appliqué lorsque les connaissances sont insuffisantes. - Les lois en place peuvent être améliorées, notamment pour les impacts cumulatifs. - Les changements de gouvernement ne permettent pas une continuité des projets et de leurs financements permettant aux ÉIE de lutter efficacement contre la perte de biodiversité marine. - Le cadre réglementaire ne prend pas en compte les activités agricoles terrestres, responsables de la dégradation mondiale de la qualité des eaux. 	3,5
Guadeloupe - Grand Port Maritime			

3.3 Résultat de l'analyse multicritère

D'après l'analyse multicritère, tous les aspects de chacun des projets peuvent être améliorés. En effet le score de 5 n'a jamais été évalué (tableau 3.7). Les recommandations fournies dans cet essai doivent donc concerner l'amélioration des cinq critères.

Les projets canadiens ont reçu une meilleure cotation que les projets français (tableau 3.7). Ces ÉIE sont donc légèrement plus efficaces pour préserver la biodiversité marine. Pour ces deux projets canadiens, leurs ÉIE ont reçu la même cotation finale soit de 3.5 /5. Cela veut dire que les ÉIE ont la même capacité à lutter contre la perte de biodiversité marine. Cependant ce résultat similaire ne s'explique pas pour les mêmes raisons puisque quatre des cinq critères n'ont pas reçu la même cotation (tableau 3.7). Le critère qui a la plus grande marge d'amélioration est le même pour ces deux ÉIE, c'est la qualité des mesures de compensation (tableau 3.7).

Concernant les projets français, la capacité à limiter la perte de biodiversité de l'ÉIE du projet éolien en mer est plus adéquate que celle du projet de grand port de la Guadeloupe (Tableau 3.7). Le projet éolien doit en priorité améliorer la qualité des mesures d'évitement tandis que le port de Guadeloupe doit dans un premier lieu revoir ses mesures de réduction. En effet ces critères sont leurs points faibles respectifs (tableau 3.7).

Tableau 3.7 Résultat de l'analyse multicritère pour les quatre études d'impact analysées, les scores minimums obtenus pour chaque ÉIE sont représentés en bleu marine

		Critère 1 : Qualité des Mesures d'évitement	Critère 2 : Qualité des mesures de réduction	Critère 3 : Qualité des mesures de compensation	Critère 4 : Intégration des effets cumulatifs	Critère 5 : Cadre législatif performant	Score final pondéré (/5)
ÉIE - Terminal de Saguenay	Note sur 5	4	3	2.5	3	4	3.5
	Note pondérée	0.8	0.45	0.25	0.6	1.4	
ÉIE - Projet de gaz naturel liquéfié <i>Pacific Northwest</i>	Note sur 5	3	4	2	3.5	4	3.5
	Note pondérée	0.6	0.6	0.2	0.7	1.4	
ÉIE - Éoliennes en mer Ile Yeu-Noirmoutier	Note sur 5	2.5	3	3	3	3.5	3.08
	Note pondérée	0.5	0.45	0.3	0.6	1.23	
ÉIE - Grand Port Maritime	Note sur 5	2.5	2	3.5	2.5	3.5	2.88
	Note pondérée	0.5	0.3	0.35	0.5	1.23	

4. RECOMMANDATIONS

À la lumière de l'analyse réalisée dans la section précédente, il est maintenant possible de répondre à l'objectif principal de cet essai : formuler des recommandations permettant d'améliorer les ÉIE canadiennes et françaises dans le but de diminuer la perte de biodiversité marine. Dans ce chapitre, 17 recommandations sont donc énoncées et sont résumées en une seule figure à la fin (figure 4.1). Il est précisé si ces recommandations s'appliquent aux deux pays ou si elles sont spécifiques à un seul.

4.1 Améliorer les méthodes dites d'évitement

- Recommandation 1 (Canada et France) : Établir des critères de sélection des variantes incluant obligatoirement la biodiversité marine.

Cette recommandation s'applique surtout pour l'analyse de variantes de localisation des sites d'un projet. En effet d'après l'étude de cas de cet essai, les critères prépondérants pour choisir l'emplacement d'un projet sont surtout d'ordre technico-économiques (durée du chantier, coûts de maintenance, efficacité de l'infrastructure, etc.). Évidemment, un ouvrage non rentable financièrement n'a pas d'intérêt pour un promoteur. Cette rentabilité peut diminuer lorsque le projet est situé à un autre endroit que celui prévu initialement. Cependant, si cela permet d'éviter une nuisance sur la biodiversité marine, cette nouvelle solution devrait être privilégiée. Les critères de tout type d'analyse de variantes devraient comprendre au minimum : la superficie d'habitat marin impacté, la quantité de sédiments déplacés, la diversité et biomasse d'organismes dérangés, l'absence d'habitat à grand rôle écosystémique (mangroves, coraux et herbiers), l'absence du moindre dérangement d'une espèce sur la liste rouge de l'UICN, le niveau de connaissances de l'écosystème du site, et enfin l'intensité du bruit subaquatique engendré. Pour faciliter en amont le choix des emplacements, les gouvernements respectifs devraient cartographier régulièrement tous les endroits de leur zone économique exclusive (ZEE) les plus écologiquement favorables à l'implantation d'un projet.

- Recommandation 2 (Canada et France) : Analyser un minimum de cinq variantes préalablement identifiées par des spécialistes du milieu marin.

À ce jour, le promoteur choisit les emplacements et les travaux qui lui conviennent et vérifie ensuite auprès de spécialistes des ÉIE, lesquels permettent d'être respectueux de l'environnement. C'est le paradigme inverse qui devrait être en place : les spécialistes de l'environnement de l'ÉIE identifient les cinq variantes de projets présentant le moins d'impact sur la biodiversité, et demandent au promoteur si son projet est toujours compatible dans l'une des cinq propositions. Des avantages pourraient même être octroyés au promoteur si celui-ci choisit la variante la moins néfaste pour la biologie marine parmi les cinq proposées. Cette analyse d'au minimum cinq variantes permettrait de ne pas oublier une variante plus adéquate et conciliable avec d'autres composantes de l'ÉIE (santé humaine, gaz à effet de serre, environnement terrestre, etc.). En France, la directive européenne la plus récente est trop vague concernant l'analyse de variante. En effet la directive demande simplement aux promoteurs de décrire les solutions de substitutions et les raisons du choix final (*Directive 2014/52/UE du parlement européen et du conseil du 16 avril 2014 modifiant la directive 2011/92/UE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement*).

- Recommandation 3 (France) : Améliorer la transparence des ÉIE, notamment des critères de choix du site du projet en rendant accessibles les appels d'offres.

Il a été observé dans le présent essai que certains documents restent en interne et ne sont donc pas accessibles dans l'ÉIE. C'est le cas notamment de certains appels d'offres. Par conséquent, les ÉIE sont incomplètes et il y a moins de possibilités de contribution de l'Agence environnementale à formuler ses avis et recommandations. L'analyse de variante, ou autrement dit, de solution de substitution, devrait être obligatoirement présente dans l'ÉIE comme cela est convenu par la loi (*Code de l'Environnement*, art. R122-5). D'après cette loi l'ÉIE contient :

« Une description des solutions de substitution raisonnables qui ont été examinées par le maître d'ouvrage, en fonction du projet proposé et de ses caractéristiques spécifiques, et une indication des principales raisons du choix effectué, notamment une comparaison des incidences sur l'environnement et la santé humaine. » (*Code de l'Environnement*, art. R122-5).

En plus d'améliorer l'accessibilité de ces documents, une recommandation de 2017 explique qu'il faut également renforcer les exigences environnementales de ces appels d'offres en France (MTES, 2017a).

- Recommandation 4 (France) : Lancer la séquence ERC pour chaque effet néfaste identifié sur la biodiversité marine.

Parfois, le promoteur soulève des effets potentiels d'une activité sur la biodiversité sans pour autant mettre en place la séquence ERC associée. Par exemple, il est possible que le promoteur juge que l'impact n'est pas suffisamment important pour y attribuer la séquence, ou bien que les connaissances sur l'impact soient insuffisantes et qu'il suffise donc de faire un suivi (MTES, 2017a; Jacob, 2017). Cependant, si l'Agence environnementale juge qu'une séquence est nécessaire, l'ÉIE devrait être obligatoirement reconduite en ce sens.

4.2 Améliorer les mesures d'atténuation

- Recommandation 5 (Canada - France) : Établir une banque de données de mesures d'atténuation ayant prouvé leur efficacité.

D'après ce présent travail, s'il y a un constat sur lequel les scientifiques, promoteurs et ministères sont en accord, c'est le manque de connaissances et d'accessibilité d'information sur le milieu marin (MTES, 2017a; Jacob, 2017). Les informations des spécialistes du domaine en France (IFREMER, Cerema, Bio-Littoral, Biotope, Quiet Oceans, Observatoire PELAGIS, universités, etc.) semblent trop dispersées et l'information devrait être davantage regroupée sur une même plateforme. Une banque de données devrait être accessible au promoteur et cataloguée suivant le type d'ouvrage souhaité. Il existe un grand historique mondial de projets maritimes à travers le monde. Le retour d'expérience de projets pour lesquels ont été réalisées des ÉIE est une source d'information précieuse, notamment grâce aux procédures de suivis. Ces dernières ont normalement vocation à déterminer la réussite de la mesure de réduction mise en place. Répertorier toutes les mesures d'atténuation ainsi que leur efficacité permettrait aux nouveaux projets de mieux définir le type de mesures à mettre en place. Pour cela, l'accessibilité de toutes les ÉIE doit être améliorée.

- Recommandation 6 (Canada - France) : Uniformiser les mesures d'atténuation du bruit subaquatique.

Il a été remarqué que pour des niveaux équivalents de nuisances sonores, les différentes ÉIE ne présentent pas exactement les mêmes mesures d'atténuation. Ces mesures devraient donc être uniformisées. Par exemple, pour un projet nécessitant un forage en mer : un périmètre de sécurité servant à surveiller les mammifères marins doit automatiquement être mis en place. Les distances du périmètre sont justifiées par des seuils en décibels (avec des unités de suivi acoustique en exposition cumulée par heure) et délimitées par des bouées avec des hydrophones. Le matériel de surveillance doit viser une fiabilité de détection optimale, s'adaptant aux conditions météorologiques. La recommandation 5 devrait aider à accomplir cet objectif. En effet, la banque de données permettrait d'identifier les rayons de sécurité précis à mettre en place suivant les décibels émis et suivant le type d'espèce de mammifères marins présents.

- Recommandation 7 (France) : Interdire de présenter une application d'un règlement comme étant une mesure de réduction.

La réglementation est trop souvent utilisée comme une mesure d'atténuation des effets, mais il ne s'agit pas de réelles initiatives du promoteur pour limiter la perte de biodiversité marine. Un rappel de la réglementation qui est respectée devrait être présenté dans l'ÉIE, mais pas en tant que mesure d'atténuation. Cela permettrait à l'autorité décisionnaire responsable de mieux juger l'implication du promoteur dans la mise en place de mesures efficaces pour limiter la perte de biodiversité marine.

4.3 Améliorer la compensation écologique

- Recommandation 8 (Canada - France) : Compenser un impact seulement lorsqu'il a été prouvé que toutes les mesures d'évitement et d'atténuation ont été mises en place.

Les mesures de compensation sont génératrices d'emplois, car elles nécessitent l'intervention d'experts, mais ne présentent pas une équivalence écologique fiable (Chipeaux et al., 2016; Jacob, 2017; Pinault et al., 2017). Elles semblent donc plus efficaces d'un point de vue socio-économique qu'écologique. Au Canada, ces mesures ont par exemple un « avantage social » puisqu'elles doivent inclure les nations autochtones dans leurs réalisations (*Règlement sur les demandes d'autorisation visées à l'alinéa 35(2)b de la Loi sur les pêches*). Le fait que la compensation se fasse davantage lorsque des impacts sur des activités économiques sont observés (pêche, transport, tourisme, etc.) est aussi dû, d'après Jacob (2017), à la place qu'occupe le Lobby au sein des négociations. En ce sens, il apparaît que la compensation est

écologiquement peu fiable, et qu'elle ne doit être utilisée qu'en dernier recours. C'est pour cela qu'il est nécessaire de trouver un moyen de s'assurer que le promoteur d'un projet ait d'abord mis en place toutes les mesures d'évitement et d'atténuation possibles, avant de se référer aux mesures de compensation. La recommandation 5 devrait aider à atteindre cet objectif. En effet, si toutes les mesures d'atténuation sont recensées selon leur efficacité dans une banque de données, il devient alors possible d'identifier les mesures manquantes d'une ÉIE.

- Recommandation 9 (Canada) : Définir avec précision les mesures de compensation prévues avec le MPO dès l'étude d'impact.

À la suite des démarches de l'évaluation environnementale, qui se scellent par l'accord du ministre de l'Environnement du Canada, des conditions sont imposées aux promoteurs avant la construction du projet. C'est le cas de l'élaboration d'un plan compensatoire de l'équipe du promoteur avec le MPO qui doit être validé devant l'ACEE (Environnement et Changement Climatique Canada, 2018). Cela indique que dans l'ÉIE le lecteur ne sait pas de quelle façon les dommages sérieux seront compensés et/ou si la compensation sera efficace. Il est donc recommandé que l'ÉIE présente un plan de compensation préliminaire et détaillée dès l'ÉIE. Cela permettrait d'améliorer le processus de participation du public et donc sa contribution à améliorer ces mesures de compensation. Cette recommandation est en adéquation avec la nouvelle loi projetée puisque l'amélioration de la confiance des citoyens est un objectif prioritaire du projet de cette Loi sur l'évaluation d'impact (Gouvernement du Canada, 2018c; Sénat du Canada, 2019).

- Recommandation 10 (France) : Redéfinir le seuil d'impact résiduel « significatif » et utiliser la méthodologie de Jacob (2017) pour choisir la compensation appropriée.

Les impacts résiduels significatifs qui n'ont pas pu être évités ou réduits sont d'ores et déjà compensés. Cependant pour l'instant, le promoteur a la liberté de fixer lui-même son seuil de dommage « significatif » qui enclenche le processus de compensation (MTES, 2017a). Cette flexibilité permet parfois au promoteur de ne pas compenser un impact s'il le juge non significatif. Il peut ainsi faire abstraction d'impacts résiduels sur la biodiversité marine. Pour définir de manière quantitative et qualitative le type de mesure à mettre en place, le travail de Jacob (2017) suggère d'utiliser une méthode elle-même inspirée de deux pratiques utilisées aux États-Unis : l'*Unified Mitigation Assessment Method* et l'*Habitat Equivalency Analysis*. Cette méthode hybride présente notamment l'avantage de prendre en compte la taille ou la dimension du

projet, la probabilité d'échec de la mesure ainsi que la temporalité de l'efficacité de la mesure (Jacob, 2017).

4.4 Améliorer la prise en compte des effets cumulatifs

- Recommandation 11 (Canada-France) : Justifier les limites spatiales des projets examinés dans l'analyse des effets cumulatifs grâce à la cartographie des domaines vitaux.

Le présent essai a mis en évidence que le choix des projets inclus dans l'analyse des effets cumulés n'est pas toujours bien justifié par des données écologiques. Les projets prévus, mais n'ayant pas encore fourni leurs ÉIE devraient aussi être compris dans l'analyse. Le périmètre choisi qui permet d'inclure telle ou telle activité dans l'analyse n'est pas suffisamment, voire pas du tout explicite. Pour pallier cette lacune, il y aurait lieu d'intégrer la notion de domaine vital des espèces marines. Une cartographie représentant l'aire des domaines vitaux de toutes les populations pouvant être impactées par le projet pourrait être produite par les responsables de l'ÉIE. Sur cette carte, tous les projets se trouvant dans la zone de domaines vitaux sont alors aussi analysés. Si d'autres ouvrages ne sont pas situés directement dans cette aire, mais que leurs impacts se ressentent dans la zone (exemple : navigation dans la zone, modification physicochimique et acoustique jusque dans la zone) alors ces projets devraient également être inclus dans l'analyse des effets cumulatifs.

La difficulté de cette approche est qu'elle demande un effort de cartographie et de regroupement de l'information important (tous les domaines vitaux, les simulations sonores et biogéochimiques des projets, la courantologie, etc.). Une autre difficulté réside aussi dans le fait que certaines populations d'espèces marines ont des domaines vitaux très grands. Cependant, cette méthode permettrait d'inclure toutes les activités ayant un impact potentiel sur une espèce affectée par le projet en question, qu'il s'agisse de projets terrestres ou marins.

- Recommandation 12 (Canada-France) : Établir une « capacité de support » de l'écosystème à tolérer les infrastructures et les navires.

Un moyen de diminuer les effets cumulatifs des activités humaines est d'établir un certain quota de projets. Pour cela, une « capacité de support » de l'écosystème à tolérer des activités anthropiques peut

être établie. Ce quota d'infrastructures, ainsi que le nombre de porte-conteneurs doivent être estimés par des spécialistes du milieu marin. Par exemple, pour un écosystème unique tel que le parc marin du Saguenay-Saint-Laurent (Boquet et Rioux, 2018), les spécialistes pourraient convenir que : l'écosystème peut supporter un nombre X de bateaux de type Y par jour sans que le moindre organisme subisse le risque de voir sa population décliner.

- Recommandation 13 (Canada) : Adapter le principe « d'évaluation régionale des effets cumulatifs » pour les projets marins.

Au Canada, le principe d'évaluation régionale des effets cumulatifs est en discussion depuis des décennies (Manitoba Clean Environment Commission, 2018; Noble, 2008) sans être réellement appliqué pour les milieux marins. Cette méthode devrait améliorer la prise en compte des effets cumulatifs. Elle s'appuie sur les concepts d'écorégions et de bassins versants (Manitoba Clean Environment Commission, 2018) et prend donc mieux en compte la composante écologique. Les projets de réformes de la LCEE souhaitent mieux inclure ce principe dans le processus canadien d'évaluation environnementale (Gouvernement du Canada, 2018b). Les écorégions existent également en mer (Spalding et al., 2007) et les bassins versants influencent eux aussi les écosystèmes marins, ce qui laisse à penser qu'une évaluation régionale des effets cumulatifs pourrait s'appliquer aux ÉIE de projet marin.

4.5 Améliorer le cadre législatif

- Recommandation 14 (Canada-France) : Renforcer l'application du principe de précaution.

Dans les ÉIE analysées, le principe de précaution aurait pu être appliqué pour plusieurs espèces (requin du Groenland, tortue luth, puffin des Baléares, les mammifères marins sur lesquels l'effet du bruit est méconnu, etc.). Il devient nécessaire de rendre ce principe international juridiquement plus contraignant dans les ÉIE. Au Canada, le projet de réforme de la LCEE par la Loi sur l'évaluation d'impact (Sénat du Canada, 2019) pourrait devenir un tremplin pour y parvenir. En effet, il y est énoncé que ce principe de précaution serait renforcé par les organismes fédéraux compétents (Gouvernement du Canada, 2018b). En France, il conviendrait de mettre en place la séquence ERC accompagnée de mesures de suivis lorsqu'un doute persiste, plutôt que de simplement mettre en place une mesure de suivi d'un impact (MTES, 2017a).

L'application du principe de précaution est parfois perçue comme un frein à l'innovation et un handicap à la croissance (Auverlot, Hamelin et Pujol, 2013). À long terme, ce principe permet pourtant d'améliorer les connaissances scientifiques, et donc d'accélérer les innovations.

- Recommandation 15 (Canada-France) : Rendre l'avis des experts juridiquement plus contraignant.

Actuellement, les acteurs ayant un pouvoir juridique sur les ÉIE canadiennes sont essentiellement des ministères fédéraux (MPO, ACEE, Transport Canada, Parcs Canada, etc.). Les peuples autochtones et les scientifiques spécialisés peuvent tout de même participer aux consultations publiques et leurs avis sont compilés dans le rapport de l'ACEE. En effet, les connaissances autochtones traditionnelles et les avis scientifiques permettent d'enrichir les idées d'actions à entreprendre pour limiter la perte de biodiversité marine. En revanche, le processus d'ÉIE pourrait encore être amélioré si toutes les nations autochtones et les scientifiques spécialisés pouvaient formuler d'eux-mêmes leurs idées dans un rapport indépendant. Par exemple, pour les projets affectant l'estuaire moyen du fleuve St-Laurent et le fjord du Saguenay, le Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM) pourrait rédiger un rapport juridiquement contraignant. Ce rapport pourrait s'apparenter à celui de l'ACEE, et si les conclusions qui en ressortent sont défavorables à certaines composantes du projet, le promoteur se devrait de corriger son ÉIE en conséquence. Le constat est le même pour les ouvrages français : les avis d'experts (IFREMER, CNPN, etc.) devraient avoir un caractère plus contraignant aux yeux de la loi. Ce sont eux qui sont le plus à même de déterminer le véritable impact d'un projet sur une composante marine. Aussi, les constats de l'analyse des deux projets français de cet essai se sont souvent recoupés avec ceux de l'Agence environnementale. Les recommandations fournies par cette dernière devraient obligatoirement être prises en compte par le promoteur pour améliorer son étude d'impact.

- Recommandation 16 (Canada-France) : Limiter les possibilités de dérogation.

À ce jour, les textes de loi semblent proposer des solutions afin que le promoteur puisse réaliser son projet, même lorsque des espèces vulnérables sont identifiées. Par exemple au Canada, les articles de loi qui permettent de limiter la perte de biodiversité marine sont parfois accompagnés d'exceptions : l'article 35 de la Loi sur les pêches interdit de réaliser un ouvrage présentant des dommages sérieux sur certains poissons, mais est accompagné de cinq exceptions (*Loi sur les pêches*). Une de ces exceptions est que le ministre peut tout de même autoriser le projet s'il le souhaite. L'article 33 de la Loi sur les espèces en péril

stipule qu'il est interdit d'endommager l'habitat d'une espèce en péril, pourtant l'article 73 de cette même loi permet de fixer un accord autorisant à exercer une activité impactant l'espèce ou son habitat essentiel sous certaines conditions. Une de ces conditions est que « toutes les mesures possibles seront prises afin de minimiser les conséquences négatives de l'activité pour l'espèce » (*Loi sur les espèces en péril*). En France, il a déjà été mentionné qu'il est possible de faire une demande de dérogation (CNPN, 2018). L'article L411-2 du Code de l'Environnement permet ainsi de passer outre la protection d'espèces à statut particulier (*Code de l'environnement*, art. L411-2).

- Recommandation 17 (Canada) : Élargir la définition de « dommages sérieux » de la Loi sur les pêches.

Pour l'instant, l'article 35(1) de la Loi sur les pêches du Canada interdit d'exploiter un ouvrage pour les « dommages sérieux » sur une espèce halieutique. Seuls ces « dommages sérieux » sont compensés en vertu de l'article 13 du Règlement sur les demandes d'autorisation visées à l'alinéa 35(2)b) de la Loi sur les pêches. Or, la définition de dommages sérieux est « la mort de tout poisson ou la modification permanente ou la destruction de son habitat » tel que le stipule l'article 2 de la Loi sur les pêches. Le terme pourrait être redéfini pour inclure la modification et la destruction partielle d'un habitat. Pour élargir cette définition, il pourrait être pertinent de faire participer la *Canadian Environmental Law Association* (CELA) qui réunit des spécialistes en droit de l'environnement et qui souhaite réformer la LCEE et la Loi sur les pêches (Canadian Environmental Law Association [CELA], 2017).

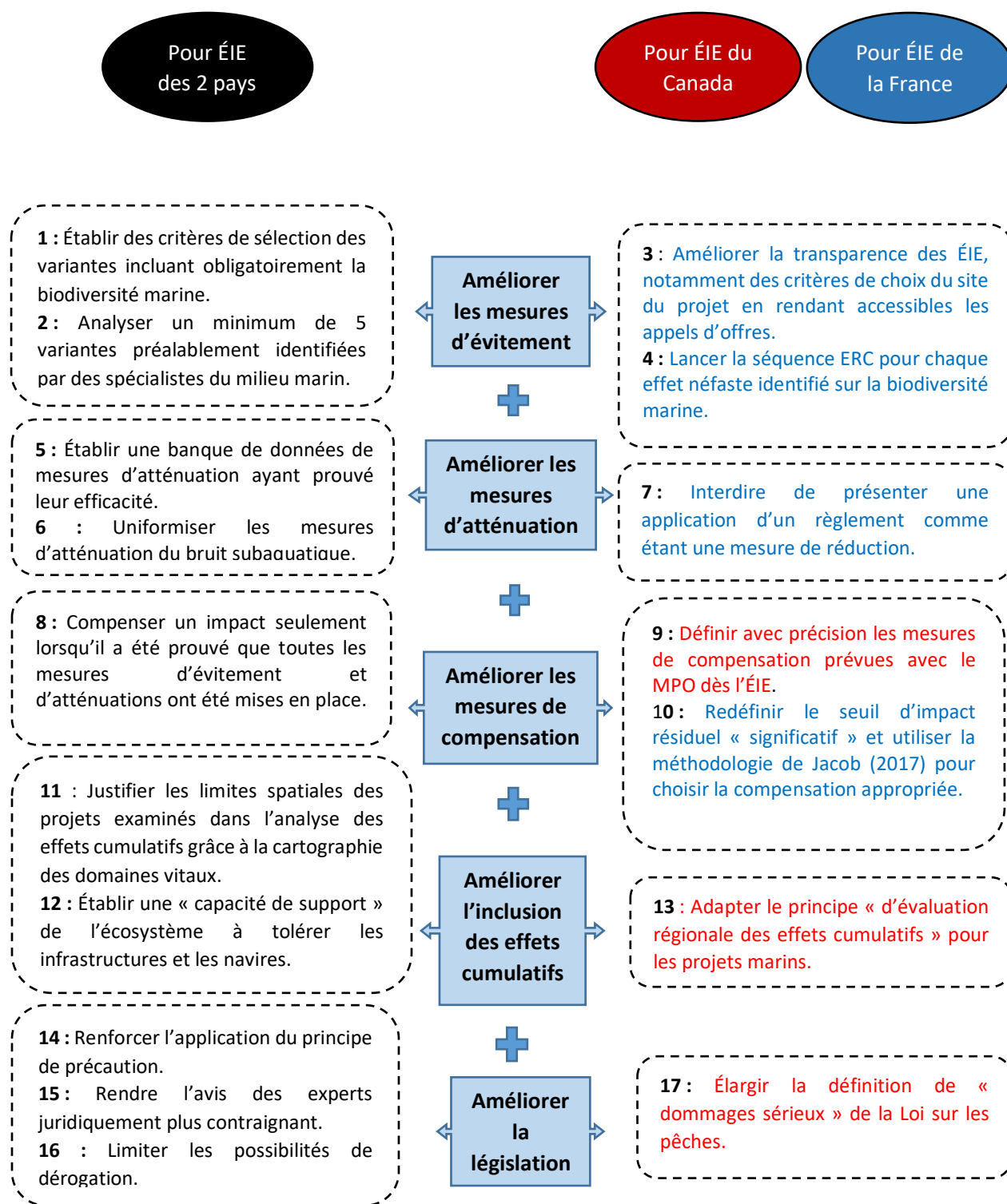


Figure 4.1 Recommandations prioritaires pour limiter la perte de biodiversité marine par l'amélioration des ÉIE canadiennes et françaises. Les recommandations sont en noir pour les ÉIE des deux pays, en rouge pour les ÉIE canadiennes et en bleu pour les ÉIE françaises.

CONCLUSION

Le présent essai a permis de répondre aux objectifs de départ, en détaillant les étapes du processus d'ÉIE, en identifiant cinq sections des ÉIE pouvant être améliorées (à savoir les mesures d'évitement, de réduction, de compensation, les effets cumulatifs et le soutien législatif) et en ciblant précisément les lacunes des ÉIE canadiennes et françaises à interpréter en pistes de recommandations. Pour les deux pays, il est ainsi recommandé de bonifier les mesures d'évitement en procédant à une analyse de variantes dont le choix de la variante retenue repose sur des critères précis de conservation des écosystèmes; d'inscrire les mesures de réduction produites dans les ÉIE ainsi que leurs suivis sur une plateforme d'information publique; de prouver que toutes les mesures d'évitement et de réduction sont mises en place avant de procéder aux mesures de compensation; d'analyser les effets cumulés de plusieurs projets en se basant sur les domaines vitaux des espèces marines influencées par le projet; et d'adapter le principe de précaution au système d'ÉIE de manière à faire progresser les connaissances scientifiques sans contrevenir à la réalité économique.

D'un point de vue plus spécifique au pays, les deux ÉIE canadiennes sont de meilleure qualité que les ÉIE françaises pour protéger la biodiversité marine, mais peuvent encore être améliorées. Pour cela chacune des ÉIE devrait expliquer en détail le plan compensatoire prévu en collaboration avec le MPO directement dans le rapport d'ÉIE; adopter le principe « d'évaluation régionale des effets cumulatifs » en l'adaptant au milieu marin; et changer certains aspects et définitions de leur législation en prenant appui sur la nouvelle Loi sur l'évaluation des impacts. En France, les améliorations doivent surtout viser à assurer la transparence et l'accessibilité des ÉIE et de leurs appels d'offres; interdire de présenter une application d'un règlement comme étant une mesure de réduction; définir un seuil d'impact résiduel « significatif » pour lancer une mesure de compensation et utiliser les travaux de Jacob (2017) pour choisir la mesure adéquate.

D'un point de vue plus systémique, il apparaît que ces 4 projets analysés sont les témoins d'une consommation peu responsable : que ce soit concernant la dépendance énergétique, ou l'import excessif de produits provenant de l'étranger. Pour limiter le développement de ce type de projets néfastes pour l'environnement marin, il est nécessaire que le consommateur responsabilise sa consommation par l'achat de produits de proximité et moins énergivores. Les politiques gouvernementales devraient aussi limiter les accords de libre-échange intercontinentaux pour diminuer le flux mondial de porte-conteneurs.

RÉFÉRENCES

- Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACEE). (2015). *Lignes directrices pour la préparation d'une étude d'impact environnemental : Terminal maritime en rive nord du Saguenay*. Repéré à <https://www.acee-ceaa.gc.ca/050/documents/p80103/102207F.pdf>
- ACEE. (2016). *Rapport d'évaluation environnementale : projet de gaz naturel liquéfié Pacific NorthWest*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80032/104785F.pdf>
- ACEE. (2018). *Rapport d'évaluation environnementale : Terminal maritime en rive nord du Saguenay*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80103/125802F.pdf>
- AGOA. (s. d.). Historique du sanctuaire Agoa. Repéré à <http://www.sanctuaire-agoa.fr/Agoa/Historique>
- Alaoui, M, Z. (2008). *Intégration de la pensée cycle de vie aux études d'impacts : cas du site minier Raglan* (Thèse de doctorat, Université de Montréal, Montréal, Québec). Repéré à <https://core.ac.uk/download/pdf/55649213.pdf>
- Arrêté du 16 Juillet 2014 portant autorisation au titre de l'article L. 214-3 du code de l'environnement concernant les travaux de la tranche n°1 de l'opération grand projet de port du Grand Port Maritime de la Guadeloupe.*
- Arrêt d'autorisation au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement relatif au projet de création d'un parc éolien en mer des île d'Yeu et de Noirmoutier.*
- Auffret, S. (2019, 15 mars). « Grande-America » : trois questions sur un naufrage et le risque de pollution en France. *Le monde*. Repéré à https://www.lemonde.fr/planete/article/2019/03/15/trois-questions-sur-le-naufrage-du-grande-america-au-large-de-la-rochelle_5436259_3244.html
- Auverlot, D., Hamelin, J. et Pujol, J.L. (2013). *Le principe de précaution : quelques réflexions sur sa mise en œuvre*. Repéré à <https://www.strategie.gouv.fr/sites/strategie.gouv.fr/files/atoms/files/DT-Bilan-Principe-PrecautionV5JHDJlpV2-le-17-09-16h30.pdf>
- Bajjouk, T., Duchêne J., Guillaumont, B., Bernard, M., Blanchard M., Derrien-Courtél S.,...Ledard M. (2015). *Les fonds marins de Bretagne, un patrimoine remarquable : connaître pour mieux agir*. Repéré à <https://archimer.ifremer.fr/doc/00311/42243/41811.pdf>
- BirdLife international. (2018). Balearic Shearwater: *Puffinus mauretanicus*. Repéré à <https://www.iucnredlist.org/species/22728432/132658315>
- Boquet, R. et Rioux, C. (2018). Estimation de la valeur non marchande des services rendus par les écosystèmes du parc marin du Saguenay–Saint-Laurent. *Le Naturaliste canadien*, 142(2), 157-166.
- Bouchon, C., Dromard, C., Cordonnier, S. et Bouchon-Navaro, Y. (2016). *Évolution de la contamination par la chlорdécone des côtes de la Guadeloupe en utilisant le poisson-lion (pterois volitans) comme l'espèce sentinelle* (Rapport de synthèse). Repéré à <https://www.chlordecone-infos.fr/sites/default/files/documents/Rapport%20Pterois%202016%20UA%20comp.pdf>
- Breitburg, D., Levin, L. A., Oschlies, A., Grégoire, M., Chavez, F. P., Conley, D. J.,...Jacinto, G. S. (2018). Declining oxygen in the global ocean and coastal waters. *Science*, 359(6371), 1-11.

- BRL-ingénierie. (2018). *Étude d'impact : parc éolien en mer des Iles d'Yeu et de Noirmoutier, ses bases d'exploitation et de maintenance et son raccordement électrique*. Repéré à http://www.vendee.gouv.fr/IMG/pdf/5.1.eie_doc1_rnt.pdf
- Campbell, J.S. et Simms, J.M. (2009). *Status report on coral and sponge conservation in Canada* (rapport de Pêches et Océans Canada). Repéré à http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/mpo-dfo/Fs49-4-2009-eng.pdf
- Canadian Environmental Law Association. (CELA). (2017). *CELA comments on environmental and regulatory reviews: Discussion paper*. Repéré à <http://www.cela.ca/sites/cela.ca/files/FederalEADiscPaper-CvrLtrandSubmission.pdf>
- Caraïbes Environnement Développement. (2019). Évaluation environnementale du projet stratégique 2019-2023 du Grand Port Maritime de la Guadeloupe. Repéré à http://www.guadeloupe.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/e8cm_gpmg_ee_projet_strat_2019-2023_vf4.pdf
- Centre d'études techniques de l'équipement Normandie centre. (2010). Production électrique en mer d'origine renouvelable sur la façade Pays de Loire : milieu naturel, paysage [document cartographique]. 1 : 1 000 000, Direction générale de l'Environnement, de l'Aménagement et du logement. http://www.pays-de-la-loire.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/mil_nat_pdll_cle79a1bd.pdf (consulté le 17 avril 2019)
- Chipeaux, A., Pinault, M., Pascal, N. et Pioch, S. (2016). Analyse comparée à l'échelle mondiale des techniques d'ingénierie écologiques adaptées à la restauration des récifs coralliens. *Revue d'écologie Terre et Vie*, 71(2), 99-110.
- Code de l'environnement*, art. L110-1. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIARTI000006832855&dateTexte=&categorieLien=cid>
- Code de l'environnement*, art. L411-2. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIARTI000006231877&dateTexte=20121108>
- Code de l'environnement*, art. R122-2. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIARTI0000025086815>
- Code de l'Environnement*, art. R122-5. Repéré à <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000006074220&idArticle=LEGIARTI000006834952>
- Code de l'environnement*, art. R122-14. Repéré à https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do;jsessionid=7BA79BE0AD38375745D5D3148748E22D.tplgfr23s_1?idArticle=LEGIARTI0000025087371&cidTexte=LEGITEXT000006074220&categorieLien=id&dateTexte=20160814

- Comité sur la situation des espèces en péril au Canada (COSEPAC). (2014). *Évaluation et Rapport de situation du COSEPAC sur le béluga (Delphinapterus leucas), population de l'estuaire du Saint-Laurent, au Canada*. Repéré à https://faune-especes.canada.ca/registre-especes-peril/virtual_sara/files/cosewic/sr_Beluga%20Whale_2014_f.pdf
- Commissariat général au développement durable (CGDD). (2013). *Lignes directrices nationales sur la séquence éviter, réduire et compenser les impacts sur les milieux naturels*. Repéré à <http://temis.documentation.developpement-durable.gouv.fr/docs/Temis/0079/Temis-0079094/20917.pdf>
- Conn, P. B. et Silber, G. K. (2013). Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere*, 4(4), 1-16.
- Conseil canadien des ministres de l'environnement. (2002). *Recommandations canadiennes pour la qualité des eaux : protection de la vie aquatique*. Repéré à <http://ceqg-rcqe.ccme.ca/download/fr/129>
- Conseil général de l'environnement et du développement durable. (CGEDD). (2013). *Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le Grand projet de port du Grand port maritime de Guadeloupe (971)*. Repéré à http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/131023_GPMG_Grand_projet_de_port_Guadeloupe_-_avis_delibere_cle07ed9d.pdf
- CGEDD. (2015). *Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le projet stratégique 2014-2018 du grand port maritime de la Guadeloupe (971)*. Repéré à http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/150923_-_Projet_strategique_-_GPM_Guadeloupe_971_-_delibere_cle067c44.pdf
- CGEDD. (2018). *Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le parc éolien en mer au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier (85)*. Repéré à http://www.cgedd.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/180221_-_eolienne_yeu_noirmoutier_85_-_delibere_cle2b84cf.pdf
- Conseil national de la protection de la nature (CNP). (2018). *Demande de dérogation à la protection des espèces protégées au titre du L 411-2 du code de l'environnement concernant le projet de parc éolien marin des îles d'Yeu et de Noirmoutier*. Repéré à http://www.avis-biodiversite.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/2018-19_delib_cnpn_-_demande_de_derogations_du_projet_eolien_noirmoutier-yeu_du_22_juin_cle288b4c-1.pdf
- Conseil régional de l'environnement et du développement durable du Saguenay Lac Saint-Jean (CREDD). (2016). *Mémoire sur l'étude d'impact environnemental du projet de terminal maritime en rive nord du Saguenay : présenté à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80103/115975F.pdf>
- De Groot, R., Brander, L., Van Der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L.,...Hussain, S. (2012). Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. *Ecosystem services*, 1(1), 50-61.
- Denuit, D. (2018, 20 juin). Éolien en mer : l'État confirme les six projets de parc mais réduit son soutien financier. *Le Figaro*. Repéré à <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/2018/06/20/20002->

20180620ARTFIG00203-eolien-en-mer-macron-confirme-les-six-projets-de-parc-mais-reduit-son-soutien-financier.php

Diorio, D. (2017, avril). *Techniques applicables pour le contrôle des sédiments lors de la construction*. Communication présentée au premier symposium au Québec de l'Association Internationale pour le Contrôle de l'Érosion. Montreal, Québec. Repéré à http://canieca.org/wp-content/uploads/2017/05/IECA_Quebec_Terraquavie.pdf

Directive du conseil du 27 juin 1985 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, J.O. L 175 du 5.7.1985.

Directive 2011/92/UE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 2011 concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, J.O. L 26 du 28.1.2012.

Directive 2014/52/UE du parlement européen et du conseil du 16 avril 2014 modifiant la directive 2011/92/UE concernant l'évaluation des incidences de certains projets publics et privés sur l'environnement, J.O. L 124/1 du 25.4.2014.

Dupont, V. et Lucas, M. (2017). La loi pour la reconquête de la biodiversité : vers un renforcement du régime juridique de la compensation écologique? *Cahiers Droit, Sciences & Technologies*, (7), 143-165. Repéré à : <http://journals.openedition.org/cdst/548>

Egis eau. (2013). Grand Projet de Port du Grand Port Maritime de la Guadeloupe, volume 2 : étude d'impact au titre des articles L122-1 et suivants du code de l'environnement valant document d'incidence sur l'eau Version du 10 juillet 2013. Repéré à <https://fr.calameo.com/read/0009426005e7b285a245b>

Egis. (2018). *Projet d'extension du quai 12 du Grand Port Maritime de la Guadeloupe : Déclaration d'intention en application de l'article L.121-18 du code de l'environnement*. Repéré à http://guadeloupe-portcaraibes.com/wp-content/uploads/2018/09/ECO_GPMG_Quai-12_Declaration_Intention_V3.pdf

Environnement et Changement climatique Canada. (2016a). *Projet de GNL Pacific NorthWest : Examen des estimations des émissions de gaz à effet de serre en amont associées au projet*. Repéré à <https://ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80032/115673F.pdf>

Environnement et Changement climatique Canada. (2016b). *Decision statement issued under section 54 of the Canadian environmental assessment act, 2012*. Repéré à <https://www.ceaa.gc.ca/050/documents/p80032/115669E.pdf>

Environnement et Changement Climatique Canada. (2018). *Déclaration de décision émise aux termes de l'article 54 de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale (2012)*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80103/125803F.pdf>

Éoliennes en mer Iles d'Yeu et de Noirmoutier (EMYN). (2017). *Projet de création d'un parc éolien en mer des îles d'Yeu et de Noirmoutier : demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau*. Repéré à http://www.vendee.gouv.fr/IMG/pdf/arrete_lse_parc_annexes.pdf

- EMYN. (2018). *Projet de parc éolien en mer au large des îles d'Yeu et de Noirmoutier : quel sera l'impact environnemental du projet? quelles perspectives pour l'économie locale? quelle cohabitation avec les usagers de la mer?* Repéré à <https://iles-yeu-noirmoutier.eoliennes-mer.fr/wp-content/uploads/sites/3/2018/11/eolm-majplaquettenoy-20p-a4-f-planche.pdf>
- Fey, M. (2019). Béluga: *Delphinapterus leucas* (Pallas, 1776). Repéré à <http://doris.ffessm.fr/ref/especie/868>
- Filatova, O. A., Shpak, O. V., Ivkovich, T. V., Volkova, E. V., Fedutin, I. D., Ovsyanikova, E. N.,...Hoyt, E. (2019). Large-scale habitat segregation of fish-eating and mammal-eating killer whales (*Orcinus orca*) in the western North Pacific. *Polar Biology*, 42 (5), 931-941.
- Fonds mondial pour la nature (WWF). (2016). Le projet de gaz naturel liquéfié Pacific NorthWest LNG nuisible au Canada. Repéré à <http://www.wwf.ca/?22403/Le-projet-de-gaz-naturel-liquifie-Pacific-NorthWest-LNG-nuisible-au-Canada>
- Giraud. B. (2016, 16 novembre). Espèces marines invasives : la mondialisation homogénéise la biodiversité. *Reporterre*. Représenté à <https://reporterre.net/Especes-marines-invasives-la-mondialisation-homogeneise-la-biodiversite>
- Gouvernement du Canada. (2005). *Canada's oceans action plan: For present and future generations*. Repéré à <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/315255e.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2013). *Processus d'évaluation environnementale géré par l'agence*. Repéré à <https://www.canada.ca/content/dam/ceaa-acee/documents/environmental-assessments/basics-environmental-assessment/processus-evaluation-environmentale.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2018a). *Éléments de base de l'évaluation environnementale*. Repéré à <https://www.canada.ca/fr/agence-evaluation-environmentale/services/evaluations-environnementales/elements-base-evaluation-environmentale.html>
- Gouvernement du Canada. (2018b). *Le nouveau système d'évaluation d'impact proposé : un guide technique*. Repéré à <https://www.canada.ca/content/dam/themes/environment/conservation/environmental-reviews/guide-technique.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2018c). *Certitude, confiance, compétitivité : pour que de bons projets soient réalisés de façon durable, le nouveau système d'évaluation d'impact du Canada*. Repéré à <https://www.canada.ca/content/dam/themes/environment/conservation/environmental-reviews/certitude-confiance-comp%C3%A9tivit%C3%A9.pdf>
- Gouvernement du Canada. (2018d). *De meilleures règles pour l'examen des grands projets pour protéger l'environnement au Canada et assurer la croissance économique*. Repéré à <https://www.canada.ca/content/dam/themes/environment/conservation/environmental-reviews/ia-handbook-f.pdf>
- Graham, N. A. J. et Nash, K. L. (2013). The importance of structural complexity in coral reef ecosystems. *Coral Reefs*, 32(2), 315-326.

- Grontmij. (2015). Grand Port Maritime de la Guadeloupe : évaluation environnementale du projet stratégique du GPMG. Repéré à <https://docplayer.fr/26550113-Grand-port-maritime-de-la-guadeloupe.html>
- Groupe de recherche et d'éducation sur les mammifères marins (GREMM). (2016). *Commentaires soumis à l'Agence canadienne d'évaluation environnementale (ACÉE) : projet de terminal maritime en rive nord du Saguenay*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80103/115976F.pdf>
- Guadeloupe Port Caraïbes. (s. d.). *Le port nouvelle génération : l'essentiel des travaux*. Repéré à http://www.port.fr/sites/default/files/fichiers/depliant_port_nouvelle_generation.pdf
- Harin, N. et Barrillé, A.L (2014). *Faune et flore de l'espace maritime des Pays de la Loire : méthodologie et proposition d'une liste d'espèces déterminantes dans le cadre des ZNIEFF-Mer*. Repéré à http://www.side.developpement-durable.gouv.fr/EXPLOITATION/DRPDLO/Infodoc/ged/viewportalpublished.ashx?eid=IFD_FICJOINT_0013765&search=
- Hattam, C., Atkins, J.P., Beaumont, N., Börger, T., Böhnke-Henrichs, A., Burdon D.,...Austen, M.C. (2015). Marine ecosystem services: Linking indicators to their classification. *Ecological Indicators*, 49, 61-75.
- Heithaus, M. R., Alcoverro, T., Arthur, R., Burkholder, D. A., Coates, K. A., Christianen, M. J.,...Fourqurean, J. W. (2014). Seagrasses in the age of sea turtle conservation and shark overfishing. *Frontiers in Marine Science*, 1(28), 1-6.
- Hooper, T., Langmead, O. et Ashley, M. (2016). Ecosystem Services in Marine Environmental Impact Assessment: Tools to support marine planning at project and strategic scales. Dans D. Geneletti (dir.), *Handbook on biodiversity and ecosystem services in Impact assessment* (p. 255-276). Northampton, MA : Edward Elgar Publishing
- Hughes, T. P., Kerry, J. T., Álvarez-Noriega, M., Álvarez-Romero, J. G., Anderson, K. D., Baird, A. H.,...Wilson, S. K. (2017). Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*, 543(7645), 373-377.
- Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer (IFREMER). (2010). *Les herbiers de zostères*. Repéré à https://wwz.ifremer.fr/natura2000/content/download/27291/380872/file/Natura_NOT_0025_fiche_synthese_Herbiers_V1r0.pdf
- Jacob, C. (2017). *Approche géographique de la compensation écologique en milieu marin : analyse de l'émergence d'un système de gouvernance environnementale* (Thèse de doctorat, Université Paul Valéry, Montpellier, France). Repéré à <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01553076/document>
- Jacob, C., Bas, A., Scemama, P., Hay, J., Kermagoret, C., Vaissiere, A. C.,...Levrel, H. (2017). *La compensation en mer*. Repéré à https://www.umr-amure.fr/wp-content/uploads/2018/10/D_41_2017.pdf

- Jacobs, S., Vandenbruwaene, W., Vrebos, D., Beauchard, O., Boerema, A., Wolfstein, K.,...Meire, P. (2013). *Ecosystem Service Assessment of TIDE Estuaries*. Repéré à https://www.tide-toolbox.eu/pdf/reports/ES_PDF_KW.pdf
- Kathiresan, K. et Rajendran, N. (2005). Coastal mangrove forests mitigated tsunami. *Estuarine, Coastal and shelf science*, 65(3), 601-606.
- Lafont, J. et Turlin, M. (1997). Éléments nouveaux des processus nationaux et internationaux d'évaluation de l'impact sur l'environnement : les vingt ans de l'évaluation d'impact en France, le point sur la situation et réflexions sur l'avenir. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=B4993348&offset=6&toc=show>
- Larousse. (s. d.). Déroctage. Repéré à <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/déroctage/24088?q=deroctage#23966>
- Larsen, J. K. et Guillemette, M. (2007). Effects of wind turbines on flight behaviour of wintering common eiders: Implications for habitat use and collision risk. *Journal of Applied Ecology*, 44(3), 516-522.
- Lee, S. Y., Primavera, J. H., Dahdouh-Guebas, F., McKee, K., Bosire, J. O., Cannicci, S.,...Mendelssohn, I. (2014). Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: A reassessment. *Global Ecology and Biogeography*, 23(7), 726-743.
- Ligue pour la Protection des Oiseaux (LPO). (2016). Puffin des Baléares. Repéré à <https://www.lpo.fr/suivi-des-especes/puffin-des-baleares>
- Loi canadienne sur la protection de l'environnement*, L.C. 1999, c. 33.
- Loi canadienne sur l'évaluation environnementale*, L.C. 2012, c. 19.
- Loi constitutionnelle n° 2005-205 du 1er mars 2005 relative à la Charte de l'environnement*, Journal Officiel du 2 Mars 2005.
- Loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages*, Journal Officiel du 9 août 2016.
- Loi sur les espèces en péril*, L.C. 2002, c. 29.
- Loi sur les pêches*, L.R.C. 1985, c. F-14.
- Loi sur la responsabilité en matière maritime*, L.C. 2001, c. 6.
- Macreadie, P. I., Trevathan-Tackett, S. M., Skilbeck, C. G., Sanderman, J., Curlevski, N., Jacobsen, G. et Seymour, J. R. (2015). Losses and recovery of organic carbon from a seagrass ecosystem following disturbance. *the Royal Society*, 282(1817), 1-6.
- Mallefet, J., Zintzen, V., Massin, C., Norro, A., Vincx, M., De Maerschalck, V.,...Vanden Berghe, E. (2008). *Belgian shipwreck: Hotspots for marine biodiversity* (Rapport final de recherche, numéro de rapport : D/2008/1191/8). Repéré à <http://www.vliz.be/en/imis?module=ref&refid=126030>

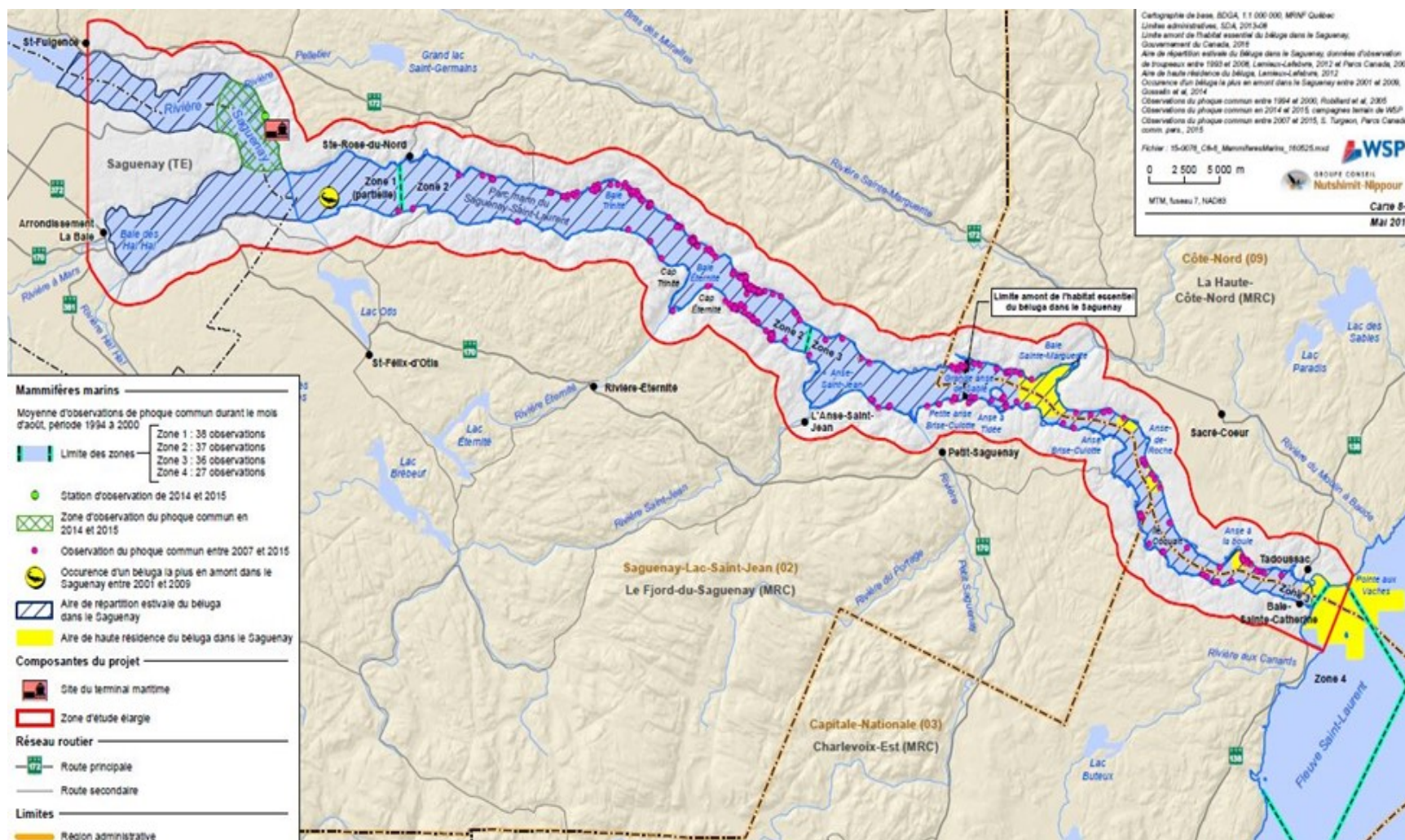
- Manitoba Clean Environment Commission. (2018). *A review of the regional cumulative effects assessment for hydroelectric developments on the Nelson, Burntwood, and Churchill river system*. Repéré à <http://caid.ca/RevCumEffAaaManHyd2018.pdf>
- Masden, E. A. et Cook, A. S. C. P. (2016). Avian collision risk models for wind energy impact assessments. *Environmental Impact Assessment Review*, 56, 43-49.
- Migiro. G. (2018, 29 juin). Countries with the largest Exclusive Economic Zones. *WorldAtlas*. Repéré à <https://www.worldatlas.com/articles/countries-with-the-largest-exclusive-economic-zones.html>
- Ministère de la Transition écologique et solidaire (MTES). (2017a). *Mise en œuvre de la séquence « éviter-réduire-compenser » en mer*. Repéré à https://www.hauts-de-france.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/la_sequence_erc_en_mer.pdf
- MTES. (2017b). *Vers un retour du lamantin en Guadeloupe*. Repéré à <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/vers-retour-du-lamantin-en-guadeloupe>
- MTES. (2019a). *L'évaluation environnementale*. Repéré à <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/evaluation-environnementale>
- MTES. (2019b). *L'autorité environnementale*. Repéré à <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/lautorite-environnementale>
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat. (2017a). *Stratégie nationale pour la mer et le littoral*. Repéré à https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/17094_Strategie-nationale-pour-la-mer-et-le-littoral_fev2017.pdf
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer, en charge des relations internationales sur le climat. (2017b). *Évaluation environnementale : guide de lecture de la nomenclature des études d'impact (R.122-2)*. Repéré à <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9matique%20-%20%C3%89valuation%20environnementale%20-%20Guide%20de%20lecture%20de%20la%20nomenclature%20des%20%C3%A9tudes%20d%E2%80%99impact.pdf>
- Ministère de l'environnement, de l'énergie et de la mer en charge des relations internationales sur le climat. (2017c). *La séquence « éviter, réduire et compenser », un dispositif consolidé*. Repéré à <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9matique%20-%20La%20s%C3%A9quence%20%C3%A9viter%20r%C3%A9duire%20et%20compenser.pdf>
- Moulier, P. (2016, 28 septembre). Feu vert d'Ottawa pour le projet Pacific NorthWest LNG. *Radio-Canada*. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/805579/lng-pacifi-northwest-ottawa>
- Muir, D., Sverko, E., Barresi, E., Small, J., Wang, X., Houde, M. et Talbot A. (2006). *Contaminants in Greenland shark from Saguenay river*. (Rapport technique, numéro de rapport : 07-020) Repéré à https://www.researchgate.net/publication/236885611_Contaminants_in_Greenland_shark_from_the_Saguenay_River_January_2006

- Nesbitt, H. K. et Moore, J. W. (2016). Species and population diversity in Pacific salmon fisheries underpin indigenous food security. *Journal of applied ecology*, 53(5), 1489-1499.
- Nielsen, J., Hedeholm, R. B., Heinemeier, J., Bushnell, P. G., Christiansen, J. S., Olsen, J.,...Steffensen, J. F. (2016). Eye lens radiocarbon reveals centuries of longevity in the Greenland shark (*Somniosus microcephalus*). *Science*, 353(6300), 702-704.
- Noble, B. (2008). Strategic approaches to regional cumulative effects assessment: A case study of the Great Sand Hills, Canada. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 26(2), 78-90.
- Olivier, M. J. (2015). *Chimie de l'environnement : hydrosphère, atmosphère, lithosphère, technosphère*. (8^e éd.). Longueuil, Québec : Lab éditions.
- Organisation des Nations Unies (ONU). (1992). *Convention sur la Diversité Biologique*. Repéré à <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>
- Organisation maritime internationale (OMI). (s. d.). Convention internationale pour le contrôle et la gestion des eaux de ballast et sédiments des navires (Convention BWM). Repéré à [http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-\(BWM\).aspx](http://www.imo.org/fr/About/Conventions/ListOfConventions/Pages/International-Convention-for-the-Control-and-Management-of-Ships'-Ballast-Water-and-Sediments-(BWM).aspx)
- OMI. (2013). *Convention SNPD de 2010 : convention internationale de 2010 sur la responsabilité et l'indemnisation pour les dommages liés au transport par mer de substances nocives et potentiellement dangereuses*. Repéré à <http://www.imo.org/fr/OurWork/Legal/HNS/Documents/FRENCH.pdf>
- Pêches et Océans Canada (MPO). (2006). *Coral conservation plan: Maritimes region (2006-2010)*. Repéré à <http://www.dfo-mpo.gc.ca/Library/322312.pdf>
- MPO. (2012a). *Programme de rétablissement du béluga (Delphinapterus leucas), population de l'estuaire du Saint-Laurent au Canada, série de programmes de rétablissement de la Loi sur les espèces en péril*. Repéré à https://www.sararegistry.gc.ca/virtual_sara/files/plans/rs_st_laur_beluga_0312_f.pdf
- MPO. (2012b). *Canada's state of the oceans: A report by the Fisheries and Oceans Canada centre of expertise on the state of the oceans*. Repéré à <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/346701.pdf>
- MPO. (2014). *Exposure of the beluga (Delphinapterus leucas) to marine traffic under various scenarios of transit route diversion in the St. Lawrence Estuary* (Rapport de recherche, numéro de référence: 2013/125). Repéré à <https://waves-vagues.dfo-mpo.gc.ca/Library/361185.pdf>
- MPO. (2018). *Effets potentiels des projets de construction de terminaux maritimes dans le fjord du Saguenay sur le béluga du Saint-Laurent et son habitat : contexte*. Repéré à http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/Publications/ScR-RS/2018/2018_025-fra.pdf
- Pinault, M., Pioch, S. et Pascal, N. (2017). *Guide pour les études d'impact environnemental en milieux coralliens de France d'outre-mer* (Rapport de l'Initiative française pour les récifs coralliens). Repéré à <http://www.ifrecor-doc.fr/files/original/ef79d2f1270e585d9fb8a57d80bce76b.pdf>

- Quiet-Oceans et EMYN. (2015). *Acoustique sous-marine et aérienne : synthèse d'étude*. Repéré à : http://cpdp.debatpublic.fr/cdpd-eolienmer-pyn/sites/debat.eolienmer_pyn/files/synthese_detudes_environnementales_acoustique_sous-marine_et_aerienne.pdf
- Radio-Canada. (2008, 3 janvier). Un bateau de Rio Tinto-Alcan fuit dans le Saguenay. *Radio-Canada*. Repéré à <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/379622/alcan-remorqueur>
- Radio-Canada. (2017, 25 juillet). Le projet de gaz naturel Pacific NorthWest est annulé. *Radio-Canada*. Repéré à : <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1047109/projet-gaz-naturel-pacific-northwest-fin-annulation>
- Règlement désignant les activités concrètes*, DORS/2012-147
- Règlement sur le contrôle et la gestion de l'eau de ballast*, DORS/2011-237
- Règlement sur les demandes d'autorisation visées à l'alinéa 35(2)b) de la Loi sur les pêches*, DORS/2013-191
- Richardson, W. J., Greene Jr, C. R., Malme, C. I., Thomson, D. H. (1995). *Marine mammals and noise*. San Diego, CA: Academic press.
- Sampaio, I., Braga-Henriques, A., Pham, C., Ocaña, O., De Matos, V., Morato, T. et Porteiro, F.M. (2012). Cold-water corals landed by bottom longline fisheries in the Azores (north-eastern Atlantic). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(7), 1547–1555.
- Sénat du Canada. (2019). *La loi sur l'évaluation d'impact est au sénat*. Repéré à <https://sencanada.ca/fr/sencaplus/nouvelles/loi-evaluation-impact/>
- Shields. A. (2018, 24 octobre). Un port minier sera construit sur le Saguenay. *Le Devoir*. Repéré à <https://www.ledevoir.com/societe/environnement/539742/transport-un-port-minier-sur-le-saguenay>
- Spalding, M. D., Fox, H. E., Allen, G. R., Davidson, N., Ferdaña, Z. A., Finlayson, M. A. X.,...Martin, K. D. (2007). Marine ecoregions of the world: A bioregionalization of coastal and shelf areas. *BioScience*, 57(7), 573-583.
- Stantec. (2014). *Projet de gnl Pacific Northwest : résumé de l'étude d'impact environnemental et demande de certificat d'évaluation environnementale*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80032/98729F.pdf>
- Tougaard, J., Wright, A. J. et Madsen, P. T. (2015). Cetacean noise criteria revisited in the light of proposed exposure limits for harbour porpoises. *Marine pollution bulletin*, 90(1-2), 196-208.
- Turner, A. (2010). Marine pollution from antifouling paint particles. *Marine Pollution Bulletin*, 60(2), 159-171.

- Vélez-Espino, L. A., Ford, J. K., Araujo, H. A., Ellis, G., Parken, C. K. et Sharma, R. (2015). Relative importance of chinook salmon abundance on resident killer whale population growth and viability. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 25(6), 756-780
- Vo, Q. T., Kuenzer, C., Vo, Q. M., Moder, F. et Oppelt, N. (2012). Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecological indicators*, 23, 431-446.
- Wallace, B.P., Tiwari, M. et Girondot, M. (2013). Leatherback: *Dermochelys coriacea*. Repéré à <https://www.iucnredlist.org/species/6494/43526147>
- Wilber, D. H. et Clarke, D. G. (2001). Biological effects of suspended sediments: A review of suspended sediment impacts on fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries. *North American Journal of Fisheries Management*, 21(4), 855-875.
- Winnie Jr, J. et Creel, S. (2017). The many effects of carnivores on their prey and their implications for trophic cascades, and ecosystem structure and function. *Food Webs*, 12, 88-94.
- WSP et Groupe-conseil Nutshimit-Nippour (GCNN). (2016). *Terminal maritime en rive nord du Saguenay : Étude d'impact environnemental*. Repéré à <https://www.acee-ceaa.gc.ca/050/documents/p80103/115545F.pdf>
- WSP et GCNN. (2017a). *Terminal maritime en rive nord du Saguenay, étude d'impact environnemental : document complémentaire aux réponses de la demande d'information numéro 1 de l'ACEE*. Repéré à <https://www.acee-ceaa.gc.ca/050/documents/p80103/119156F.pdf>
- WSP et GCNN. (2017b). *Terminal maritime en rive nord du Saguenay, étude d'impact environnemental : réponses à la demande d'information n° 2 de l'Agence canadienne d'évaluation environnementale*. Repéré à <https://www.ceaa-acee.gc.ca/050/documents/p80103/121293F.pdf>

ANNEXE 1 - ZONE D'ÉTUDE ÉLARGIE DES IMPACTS DU PROJET DE TERMINAL MARITIME EN RIVE NORD DU SAGUENAY (tiré de : WSP et GCNN, 2016)



ANNEXE 2 - EXEMPLE D'UN RIDEAU DE TURBIDITÉ EN FONCTIONNEMENT (tiré de : Diorio, 2017, avril)



ANNEXE 3 - LISTE NON EXHAUSTIVE DES ESPÈCES DE MAMMIFÈRES MARINS EN PÉRIL POTENTIELLEMENT PRÉSENTES DANS LA ZONE DU PROJET
(tiré de : ACEE, 2016)

Espèces de mammifères marins en péril			
Espèces et situation	Besoins en matière d'habitat	Effets potentiels	
		Mortalité directe ou blessures causées par la construction	Changement de comportement
Rorqual commun (espèce menacée – annexe 1 de la LEP)	Entre 250 et 750 rorquals communs seraient présents dans les eaux de la Colombie-Britannique, principalement le long du plateau continental. En été, le rorqual commun s'alimente dans les zones côtières peu profondes de la Colombie-Britannique. Cette espèce ne devrait pas être présente dans la zone d'évaluation, mais elle se nourrit parfois autour de l'île Triple, de juillet à août.	Oui	Oui
Rorqual à bosse (espèce menacée – annexe 1 de la LEP)	Entre 18 000 et 21 000 rorquals à bosse seraient présents dans le Pacifique Nord, et entre 995 à 1 431 individus fréquentent les eaux du bassin de la Reine-Charlotte. Entre mai et octobre, les rorquals à bosse devraient être en plus fortes densités à l'intérieur de la zone d'évaluation. La zone d'évaluation se trouve dans l'une des trois zones que Pêches et Océans Canada considère comme importantes pour le rorqual à bosse. Des individus ont été observés dans la zone d'évaluation, bien que la plupart des concentrations se trouvent plus près de l'île Triple, de l'entrée Dixon et du détroit d'Hécate.	Oui	Oui
Baleine grise (espèce préoccupante – annexe 1 de la LEP)	Chaque année, de la mi-mars à la mi-avril, des individus utilisent les eaux de la Colombie-Britannique comme corridor de migration et la plupart d'entre eux traversent les eaux de l'est du détroit d'Hécate. Les individus de cette espèce ne devraient pas être présents dans la zone d'évaluation en grand nombre.	Oui	Oui
Épaulard résident du Nord (espèce menacée – annexe 1 de la LEP)	En 2006, 244 individus utilisaient les eaux côtières du nord de la Colombie-Britannique, de l'entrée Dixon au centre de l'île de Vancouver, et dans le détroit de Chatham et les régions avoisinantes, pour se nourrir (principalement de saumon). Pêches et Océans Canada considère que la zone d'évaluation est importante pour cette espèce.	Oui	Oui
Épaulard (itinérant) de Bigg (espèce menacée – annexe 1 de la LEP)	En 2006, 243 individus ont été recensés entre Washington et le sud-est de l'Alaska et ils fréquentent les eaux de la Colombie-Britannique toute l'année. Les eaux se trouvant dans un rayon de 5,4 km de la côte du Pacifique sont considérées comme son habitat essentiel (3 milles marins).	Oui	Oui
Marsouin commun (espèce préoccupante – annexe 1 de la LEP)	Entre 2 806 et 3 647 individus sont présents dans le bassin de la Reine-Charlotte, souvent dans les eaux peu profondes à moins de 20 km du littoral. D Le marsouin commun n'est pas une espèce migratrice et des individus sont souvent observés à l'intérieur de la zone d'évaluation, y compris dans le canal Porpoise et le havre Porpoise. Cette espèce est très susceptible au bruit sous l'eau.	Oui	Oui
Loutre de mer (espèce préoccupante – annexe 1 de la LEP)	On estime que 4 700 individus se trouveraient sur la côte centrale de la Colombie-Britannique. Même si la loutre de mer trouve un habitat qui lui convient dans la zone d'évaluation, celle-ci se trouve actuellement au-delà de la limite nord de son aire et aucun individu n'y a été observé.	Oui	Oui

ANNEXE 4 - REPRÉSENTATION DU PARC ÉOLIEN PAR RAPPORT AUX MILIEUX NATURELS PROTÉGÉS SUR LA FAÇADE PAYS DE LOIRE (inspiré de :
Centre d'études techniques de l'équipement Normandie centre, 2010)

